

Helmut-Schmidt-Universität
Universität der Bundeswehr Hamburg
Fakultät für Elektrotechnik
Grundlagen der Elektrotechnik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. S. Dickmann

Trainingsaufgaben zu „Grundlagen der Elektrotechnik A“

erstellt von Dr.-Ing. S. Schenke

Version vom 20. Juni 2019

Inhaltsverzeichnis

1 Trainingsaufgaben	1
1. Ladung und Strom	1
2. Ohmscher Widerstand eines Drahtes	3
3. Temperaturabhängige Widerstände	5
4. Kirchhoffsche Sätze	6
5. Stern-Dreieck-Umformung	9
6. Ohmsches Gesetz und elektrische Leistung	12
7. Widerstandsnetzwerke	18
8. Spannungsteiler	22
9. Stromteiler	28
10. Strom- und Spannungsmessung	32
11. Ersatzquellen	41
12. Arbeitspunkt grafisch ermitteln	48
13. Leistungsanpassung	53
14. Überlagerungssatz	56
15. Schaltungen vereinfachen	59
16. Leistung in Gleichstrom-Netzwerken	62
Kurzlösungen	63

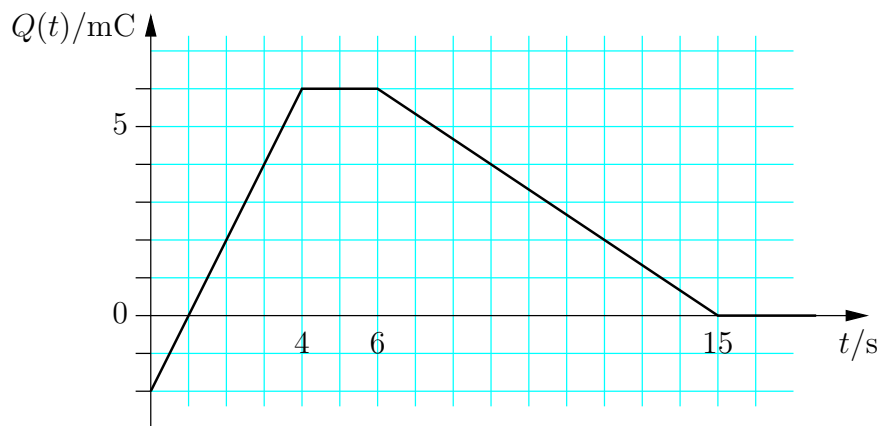
1 Trainingsaufgaben

1. Ladung und Strom

1.1

aLadung_Strom_3

Durch einen Leiterquerschnitt fließt die elektrische Ladung $Q(t)$, deren zeitlicher Verlauf in der nachfolgenden Grafik dargestellt ist.

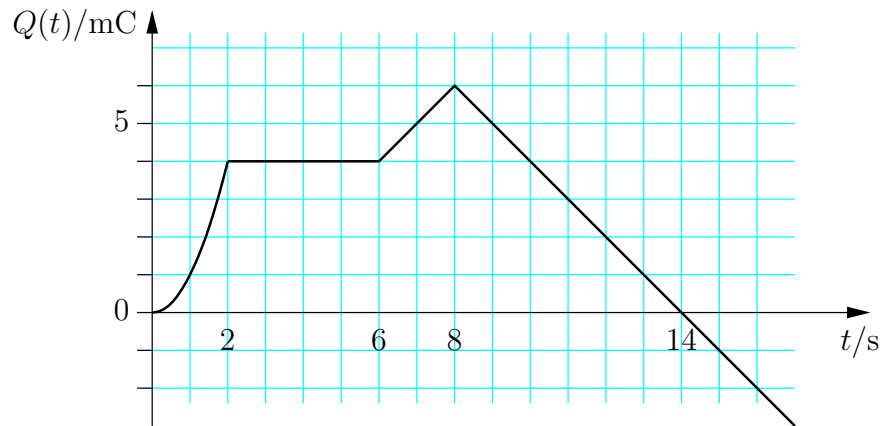


1. Beschreiben Sie den Verlauf von $Q(t)$ abschnittsweise durch mathematische Funktionen.
2. Berechnen Sie den Strom $i(t)$ durch den Leiterquerschnitt.

1.2

aLadung_Strom.1

Durch einen Leiterquerschnitt fließt die elektrische Ladung $Q(t)$, deren zeitlicher Verlauf in der nachfolgenden Grafik dargestellt ist.

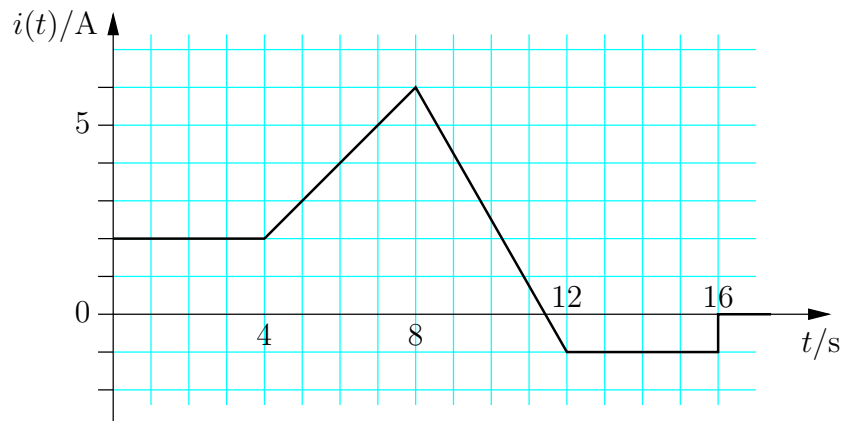


1. Beschreiben Sie den Verlauf von $Q(t)$ abschnittsweise durch mathematische Funktionen.
2. Berechnen Sie den Strom $i(t)$ durch den Leiterquerschnitt.

1.3

aLadung_Strom.2

In einem Leiter fließt der elektrische Strom $i(t)$, dessen zeitlicher Verlauf in dem nachfolgenden Diagramm dargestellt ist:



1. Beschreiben Sie den Verlauf von $i(t)$ abschnittsweise durch mathematische Funktionen.
2. Berechnen Sie, wieviele Ladungen insgesamt durch den Querschnitt des Leiters fließen.

2. Ohmscher Widerstand eines Drahtes

2.1

aWiderstand_01

Auf einem Schiebewiderstand sind 300 m Konstantandraht ($\rho = 0,5 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) von 0,4 mm Durchmesser aufgewickelt.

Wie groß ist der Widerstand der Wicklung?

2.2

aWiderstand_02

Eine Spule besteht aus 500 Windungen Aluminiumdraht ($\rho = 0,029 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) von 0,5 mm Durchmesser.

Wie groß ist der Widerstand bei einer mittleren Windungslänge von 4 cm?

2.3

aWiderstand_03

Zu einem Motor führt eine 200 m lange Doppelleitung aus Kupfer ($\rho = 0,0178 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) von $1,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt.

Wie groß ist der Widerstand der Zuleitung?

2.4

aWiderstand_05

Zwischen den Platten eines Kondensators von $0,1 \text{ m}^2$ Fläche befindet sich eine 4 mm dicke Glasplatte ($\rho = 10^{10} \Omega \text{ m}$).

Welchen Widerstand hat die Platte?

2.5

aWiderstand_07

Der Konstantandraht ($\rho = 0,5 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) eines Heizdrahtamperemeters hat 0,06 mm Durchmesser.

Welche Länge muss er haben, wenn sein Widerstand 40Ω betragen soll?

2.6

aWiderstand_08

Wieviele Meter Kupferdraht ($\rho = 0,0178 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) enthält eine Spule, die bei 1 mm^2 Drahtquerschnitt einen Widerstand von 6Ω besitzt?

2.7

aWiderstand.09

Auf den wievielfachen Wert steigt der Ohm'sche Widerstand eines Drahtes, wenn er unter Erhaltung des Gesamtvolumens auf die doppelte Länge ausgezogen wird?

3. Temperaturabhängige Widerstände

3.1

aWiderstand_Temperatur_01

Die Feldwicklung eines Elektromotors hat bei 20°C einen Widerstand von 500 Ω ($\alpha_{20} = 0,0038 \frac{1}{\text{K}}$).

Welchen Widerstand hat sie im Betrieb bei 62°C?

3.2

aWiderstand_Temperatur_02

Ein Kupferdraht ($\alpha = 0,0038 \frac{1}{\text{K}}$) hat bei 20°C den Widerstand R .

Bei welcher Temperatur ist der Widerstand doppelt so groß?

3.3

aWiderstand_Temperatur_03

Welche Temperatur hat ein Heizkörper, wenn er bei 20°C einen Strom von 2,9 A und im Betrieb 0,5 A aufnimmt? Die Betriebsspannung beträgt 230 V, $\alpha_{20} = 0,004 \frac{1}{\text{K}}$.

3.4

aWiderstand_Temperatur_06

Der Widerstand einer Telegrafenteleleitung ($\alpha_{20} = 0,0038 \frac{1}{\text{K}}$) ist bei 8°C 1,5 Ω.

Bei welcher Temperatur beträgt der Widerstand 1,65 Ω?

3.5

aWiderstand_Temperatur_07

Zur Feststellung des Temperaturkoeffizienten wird ein Draht in einem Ölbad von 20°C auf 100°C erwärmt. Dabei nimmt sein Widerstand um 5% zu.

Welchen Wert hat der Temperaturkoeffizient α_{20} ?

3.6

aWiderstand-Temperatur_09

Bei welcher Temperatur in °C verdoppelt sich der Widerstand eines Kupferdrahtes gegenüber dem Wert bei 20°C?

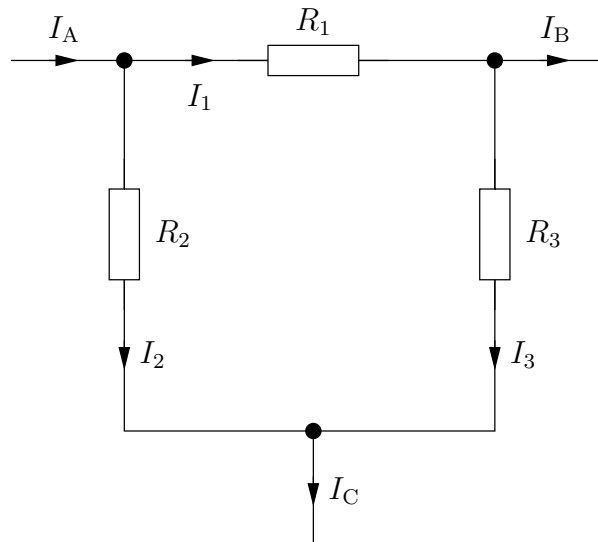
($\alpha_{20} = 0,0038 \text{ K}^{-1}$)

4. Kirschhoffsche Sätze

4.1

aKirchhoff_01

Gegeben ist folgender Teil einer größeren Schaltung:



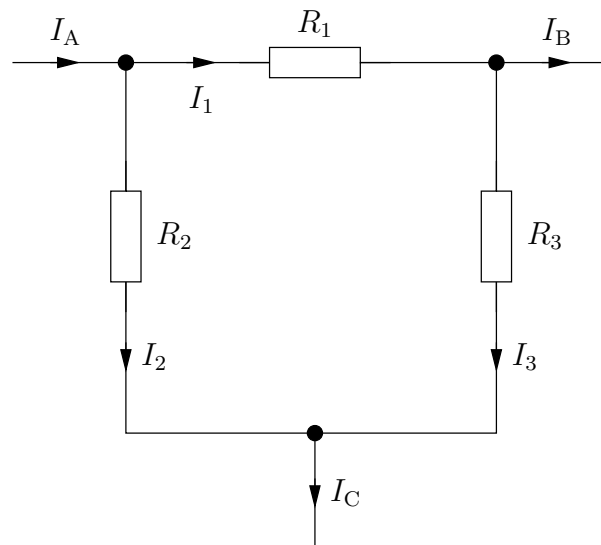
Die Größen I_A , I_B und I_1 sowie die Widerstandswerte R_1 – R_3 sind bekannt.

Bestimmen Sie I_C , I_2 und I_3 .

4.2

aKirchhoff_02

Gegeben ist folgender Teil einer größeren Schaltung:



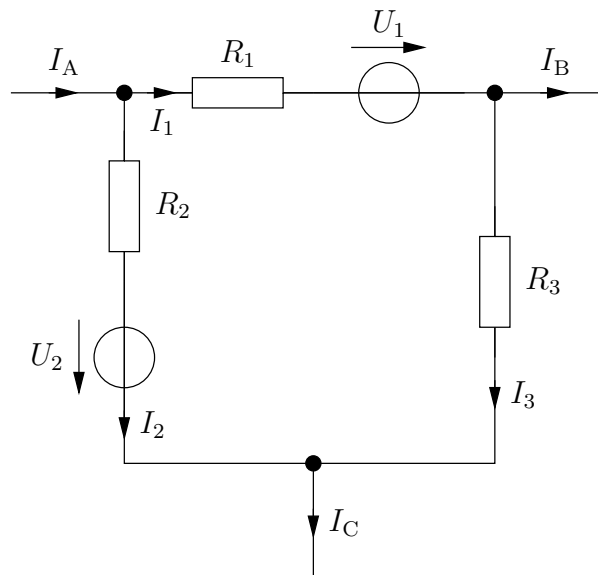
Die Größen I_1 und I_2 sowie die Widerstandswerte R_1 – R_3 sind bekannt.

Bestimmen Sie I_A , I_B , I_C und I_3 .

4.3

aKirchhoff_03

Gegeben ist folgender Teil einer größeren Schaltung:



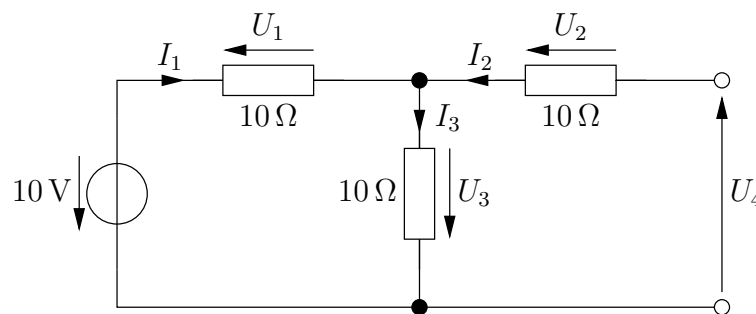
Die Größen U_1 , U_2 , I_2 und I_C sowie die Widerstandswerte R_1 , R_2 und R_3 sind bekannt.

Bestimmen Sie I_A , I_B , I_1 und I_3 .

4.4

aKirchhoff_06

Gegeben ist folgende Schaltung:



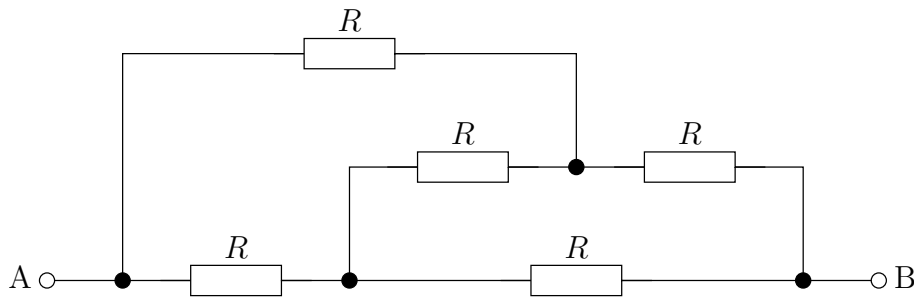
Bestimmen Sie alle eingezeichneten Ströme und Spannungen. Beachten Sie die Vorzeichen!

5. Stern-Dreieck-Umformung

5.1

aDreieck_Stern_02

Gegeben ist folgende Schaltung:

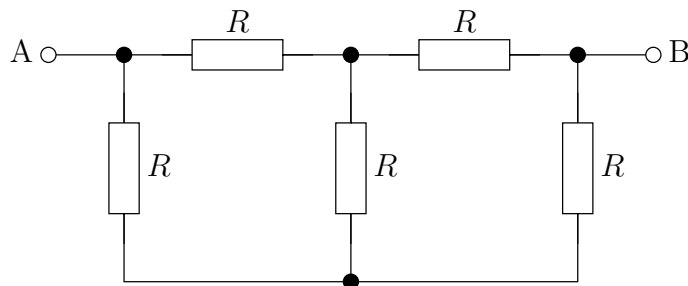


Bestimmen Sie den Widerstand zwischen den Klemmen A und B.

5.2

aDreieck_Stern_03

Gegeben ist folgende Schaltung:

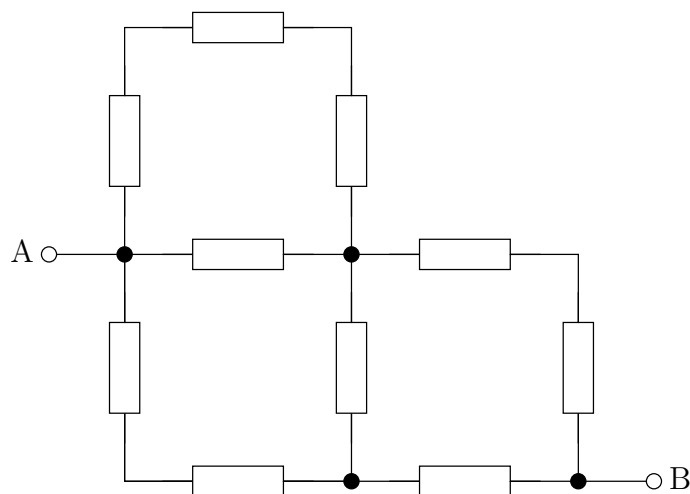


Bestimmen Sie den Widerstand zwischen den Klemmen A und B.

5.3

aDreieck_Stern_04

Gegeben ist folgende Schaltung:



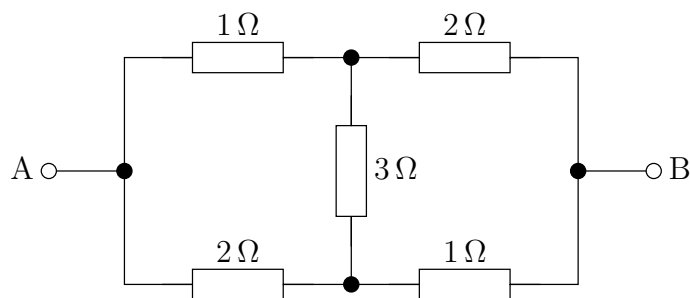
Alle Widerstände besitzen den Wert $3\ \Omega$.

Bestimmen Sie den Widerstand zwischen den Klemmen A und B.

5.4

aDreieck_Stern_05

Gegeben ist folgende Schaltung:

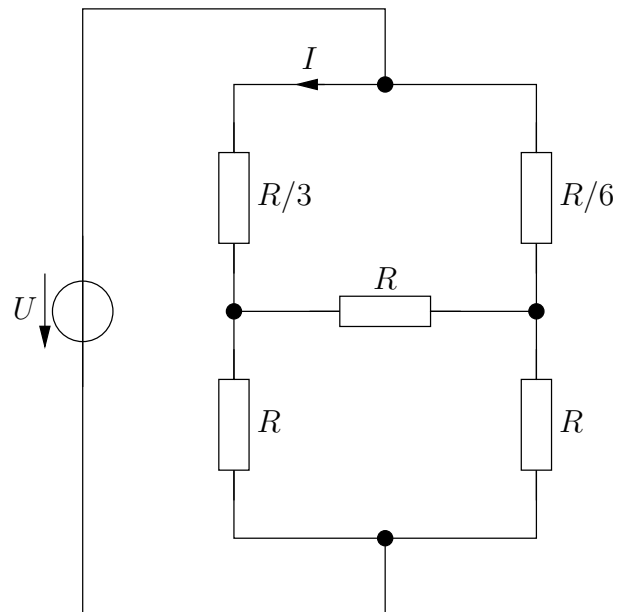


Bestimmen Sie den Widerstand zwischen den Klemmen A und B.

5.5

23/2 1.049

Für die gezeigte Schaltung und die angegebenen Widerstandswerte ist der Strom I zu berechnen.



Hinweis: Es empfiehlt sich, an geeigneter Stelle eine Stern-Dreieck-Umwandlung vorzunehmen.

6. Ohmsches Gesetz und elektrische Leistung

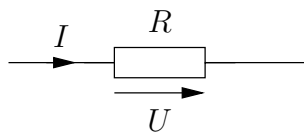
Für diese Aufgaben benötigen Sie

- das Ohmsche Gesetz: $U = R \cdot I$,
- die Definition des Leitwerts: $G = 1/R$ und
- die Definition der elektrischen Leistung für Gleichstromnetze: $P = U \cdot I$.

6.1

aOhm.Leistung_R.01

Durch einen Widerstand R fließt der Strom I .

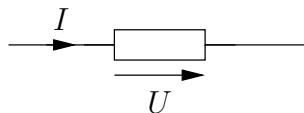


Welche Spannung U fällt an dem Widerstand ab?

6.2

aOhm.Leistung_R.02

An einem Widerstand fällt die Spannung U ab und es fließt der Strom I durch ihn.

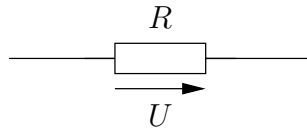


Welche Leistung P wird im Widerstand umgesetzt?

6.3

aOhm_Leistung_R_03

An einem Widerstand R fällt die Spannung U ab.

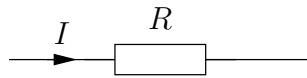


Welche Leistung P wird im Widerstand umgesetzt?

6.4

aOhm_Leistung_R_04

Durch einen Widerstand R fließt der Strom I .

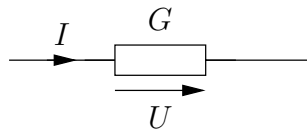


Welche Leistung P wird in dem Widerstand umgesetzt?

6.5

aOhm_Leistung_R_05

Durch einen Leitwert G fließt der Strom I .

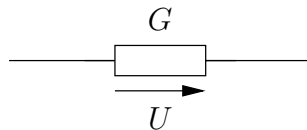


Welche Spannung U fällt an ihm ab?

6.6

aOhm_Leistung_R_06

An einem Leitwert G fällt die Spannung U ab.

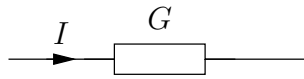


Welche Leistung P wird im Leitwert umgesetzt?

6.7

aOhm.Leistung_R_07

Durch einen Leitwert G fließt der Strom I .

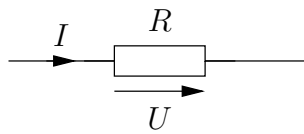


Welche Leistung P wird im Leitwert umgesetzt?

6.8

aOhm.Leistung_R_08

An einem Widerstand R fällt die Spannung U ab.

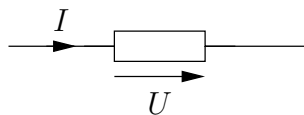


Welcher Strom I fließt durch den Widerstand?

6.9

aOhm.Leistung_R_09

Durch einen Widerstand fließt der Strom I und es wird die Leistung P in ihm umgesetzt.

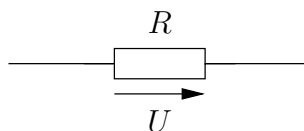


Welche Spannung U fällt am Widerstand ab?

6.10

aOhm.Leistung_R_10

In einem Widerstand R wird die Leistung P umgesetzt.

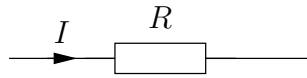


Welche Spannung U fällt am Widerstand ab?

6.11

aOhm_Leistung_R_11

In einem Widerstand R wird die Leistung P umgesetzt.

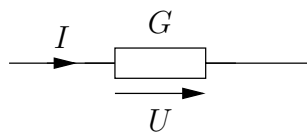


Welcher Strom I fließt durch den Widerstand?

6.12

aOhm_Leistung_R_12

An einem Leitwert G fällt die Spannung U ab.

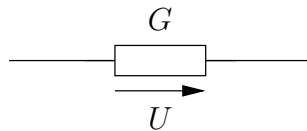


Welcher Strom I fließt durch den Leitwert?

6.13

aOhm_Leistung_R_13

In einem Leitwert G wird die Leistung P umgesetzt.

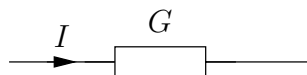


Welche Spannung U fällt am Leitwert ab?

6.14

aOhm_Leistung_R_14

In einem Leitwert G wird die Leistung P umgesetzt.

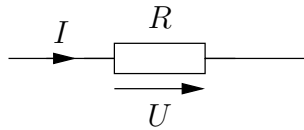


Welcher Strom I fließt durch den Leitwert?

6.15

aOhm.Leistung_R.15

Durch einen Widerstand R fließt der Strom I und es fällt die Spannung U an ihm ab.

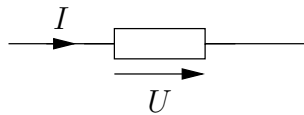


Wie groß ist der Widerstand R ?

6.16

aOhm.Leistung_R.16

In einem Widerstand wird die Leistung P umgesetzt und es fällt die Spannung U an ihm ab.

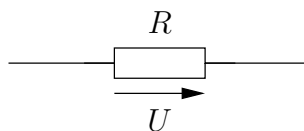


Welcher Strom I fließt durch den Widerstand?

6.17

aOhm.Leistung_R.17

In einem Widerstand wird die Leistung P umgesetzt und es fällt die Spannung U an ihm ab.

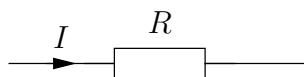


Wie groß ist der Widerstand R ?

6.18

aOhm.Leistung_R.18

Durch einen Widerstand fließt der Strom I und es wird die Leistung P in ihm umgesetzt.

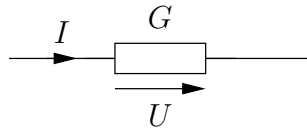


Wie groß ist der Widerstand R ?

6.19

aOhm_Leistung_R_19

Durch einen Leitwert G fließt der Strom I und es fällt die Spannung U an ihm ab.

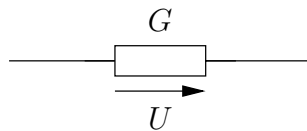


Welchen Wert besitzt der Leitwert G ?

6.20

aOhm_Leistung_R_20

An einem Leitwert G fällt die Spannung U ab und es wird die Leistung P in ihm umgesetzt.



Welchen Wert besitzt der Leitwert G ?

6.21

aOhm_Leistung_R_21

Durch einen Leitwert G fließt der Strom I und es wird die Leistung P in ihm umgesetzt.



Welchen Wert besitzt der Leitwert G ?

7. Widerstandsnetzwerke

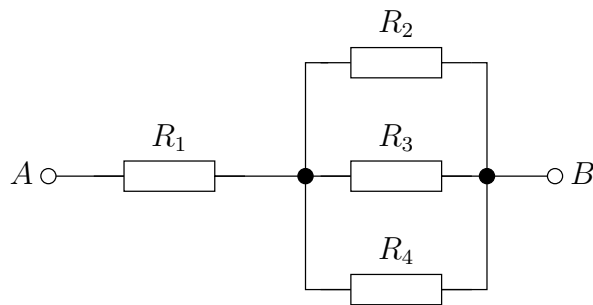
Für diese Aufgaben benötigen Sie die Formeln zur Berechnung des Gesamtwiderstandes von Reihen- und Parallelschaltungen:

- Reihenschaltung: $R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$.
- Parallelschaltung: $\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$.
- Parallelschaltung von zwei Widerständen (ergibt sich aus der vorherigen Gleichung): $R_{\text{ges}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$.

7.1

aWiderstandsnetzwerk_01

Gegeben ist folgendes Widerstandsnetzwerk:

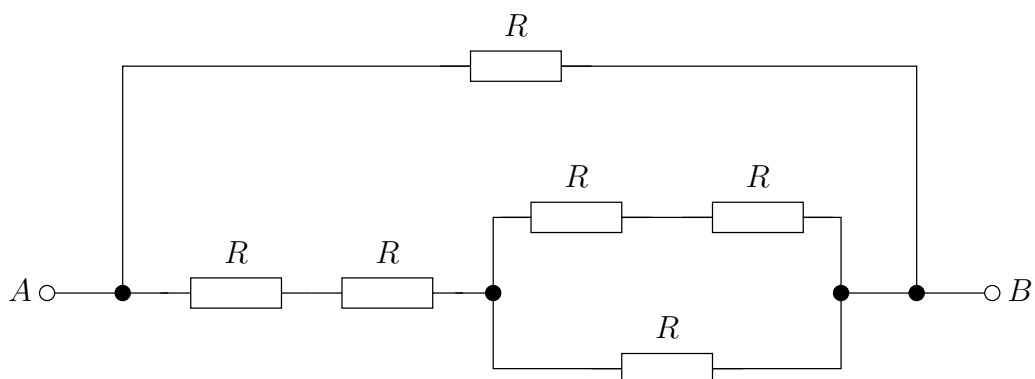


Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand zwischen den Klemmen A und B .

7.2

aWiderstandsnetzwerk_02

Gegeben ist folgendes Widerstandsnetzwerk:

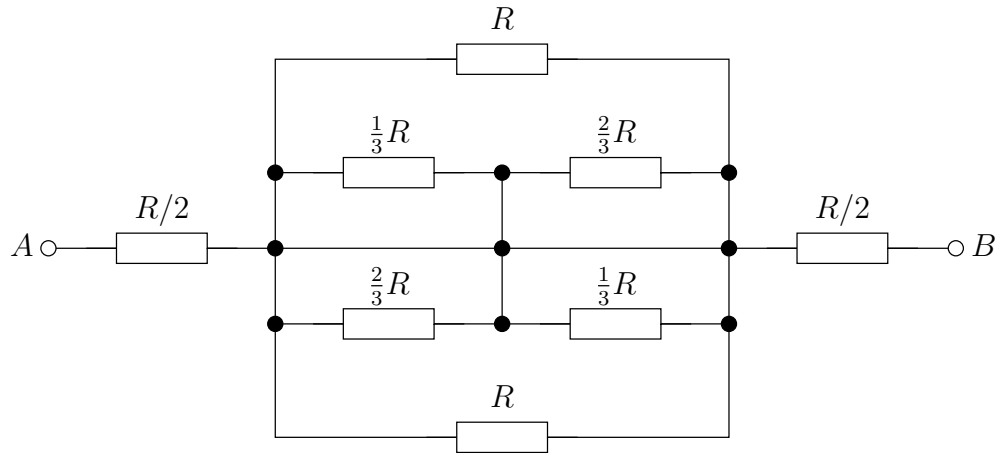


Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand zwischen den Klemmen A und B .

7.3

aWiderstandsnetzwerk_06

Gegeben ist folgendes Widerstandsnetzwerk:

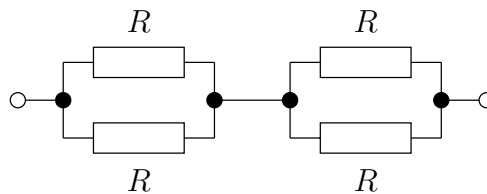


Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand zwischen den Klemmen A und B .

7.4

aWiderstandsnetzwerk_15

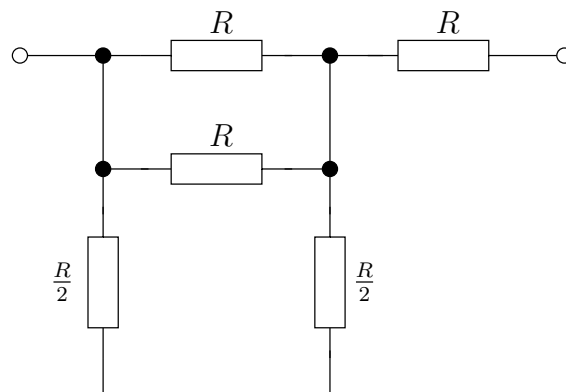
Wie groß ist der Gesamtwiderstand R_{ges} der folgenden Schaltung?



7.5

aWiderstandsnetzwerk_16

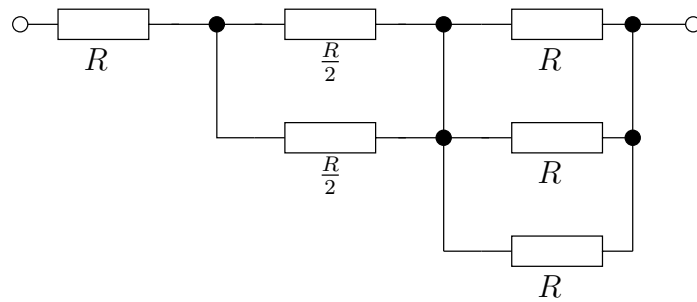
Wie groß ist der Gesamtwiderstand R_{ges} der folgenden Schaltung?



7.6

aWiderstandsnetzwerk_17a

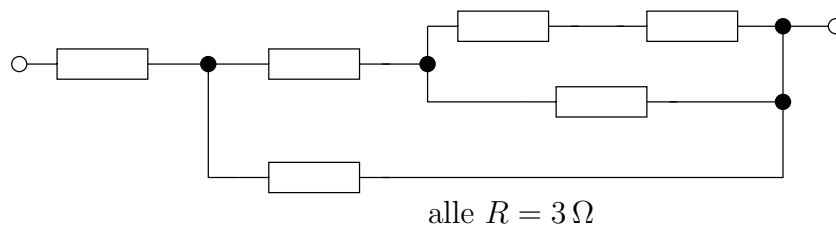
Wie groß ist der Gesamtwiderstand R_{ges} der folgenden Schaltung?



7.7

aWiderstandsnetzwerk_21

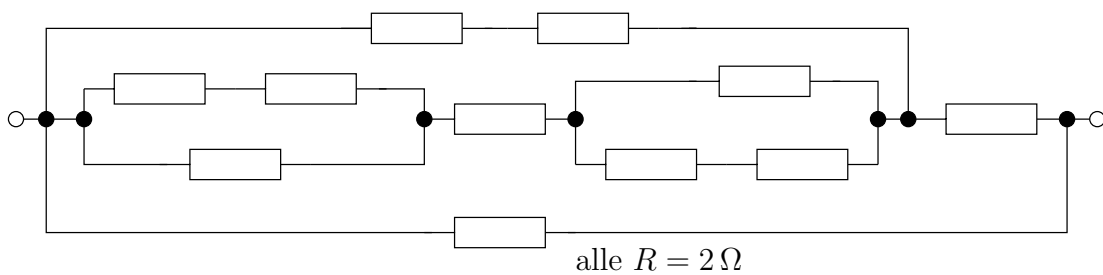
Wie groß ist der Gesamtwiderstand R_{ges} der folgenden Schaltung?



7.8

aWiderstandsnetzwerk_22

Wie groß ist der Gesamtwiderstand R_{ges} der folgenden Schaltung?



7.9

aWiderstandsnetzwerk_07

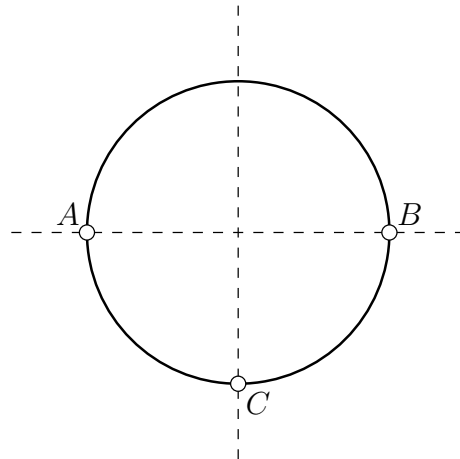
Zwei Widerstände R_1 und $R_2 = R_1 + 32\Omega$ ergeben in der Parallelschaltung 12Ω .

Welche Werte haben R_1 und R_2 ?

7.10

aWiderstandsnetzwerk_12

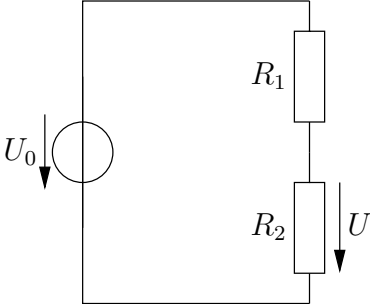
Gegeben ist ein Metallring:



Zwischen den gegenüberliegenden Punkten A und B ist der Widerstand gleich R .

Wie groß ist der Widerstand zwischen den Punkten A und C ?

8. Spannungsteiler



Fließt durch zwei Widerstände der selbe Strom, lässt sich die Spannungsteiler-Formel anwenden:

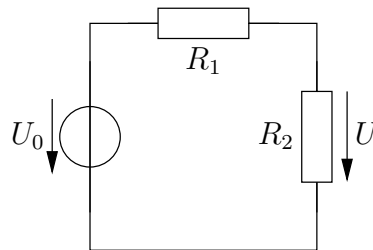
$$U = U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Bei größeren Schaltungen lässt sich diese Gleichung oft anwenden, nachdem man Widerstände zusammengefasst hat.

8.1

aSpannungsteiler_01

Gegeben ist die folgende Schaltung:



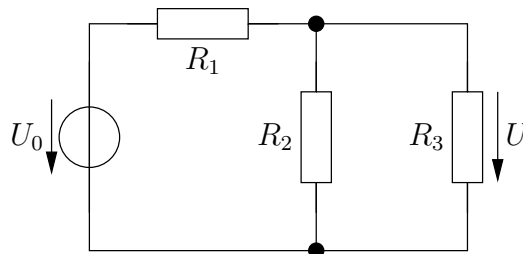
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.2

aSpannungsteiler_02

Gegeben ist die folgende Schaltung:



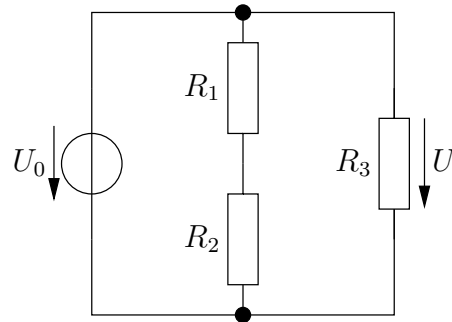
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.3

aSpannungsteiler_03

Gegeben ist die folgende Schaltung:



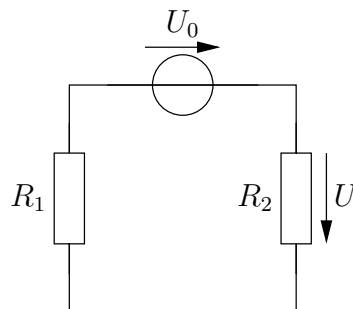
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.4

aSpannungsteiler_04

Gegeben ist die folgende Schaltung:



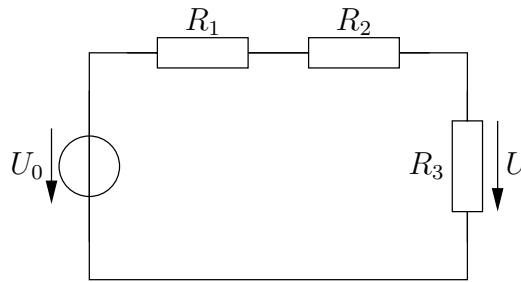
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.5

aSpannungsteiler_05

Gegeben ist die folgende Schaltung:



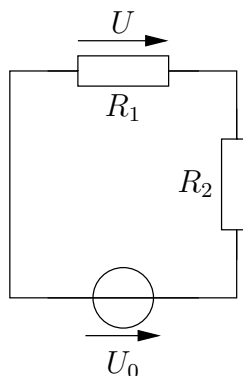
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.6

aSpannungsteiler_06

Gegeben ist die folgende Schaltung:



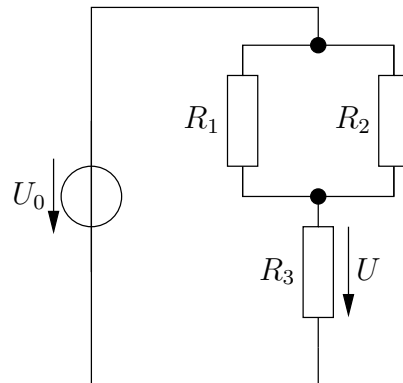
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.7

aSpannungsteiler_07

Gegeben ist die folgende Schaltung:



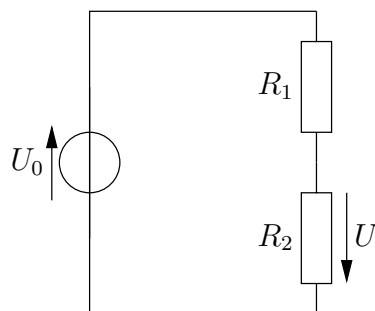
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.8

aSpannungsteiler_08

Gegeben ist die folgende Schaltung:



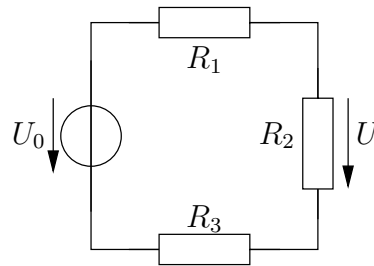
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.9

aSpannungsteiler_09

Gegeben ist die folgende Schaltung:



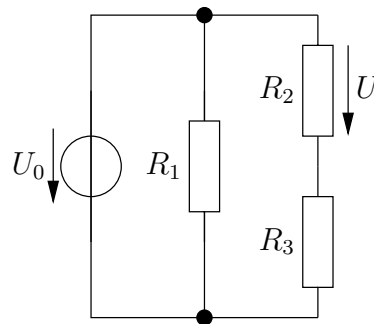
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.10

aSpannungsteiler_10

Gegeben ist die folgende Schaltung:



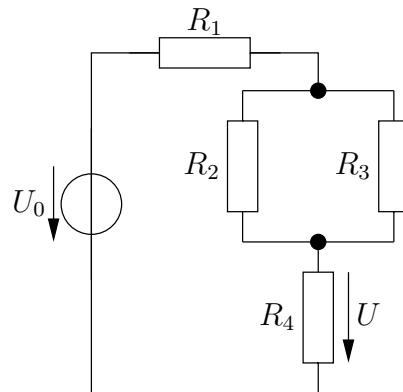
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.11

aSpannungsteiler_11

Gegeben ist die folgende Schaltung:



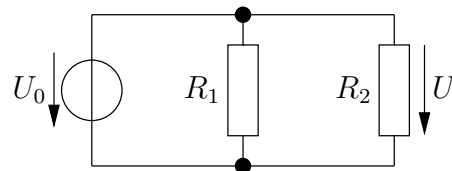
Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

8.12

aSpannungsteiler_12

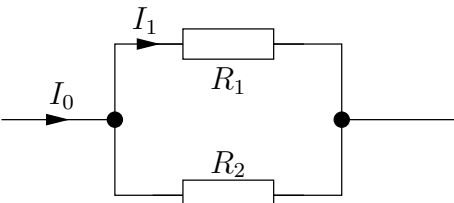
Gegeben ist die folgende Schaltung:



Sie kennen den Wert der Spannungsquelle U_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist die Spannung U ?

9. Stromteiler



Fällt an zwei Widerständen die selbe Spannung ab, lässt sich die Stromteiler-Formel anwenden:

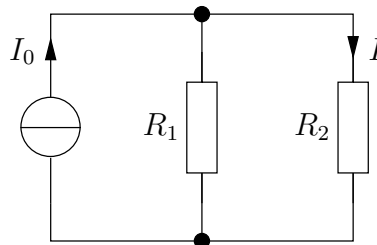
$$I_1 = I_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Bei größeren Schaltungen lässt sich diese Gleichung oft anwenden, nachdem man Widerstände zusammengefasst hat.

9.1

aStromteiler_01

Gegeben ist die folgende Schaltung:



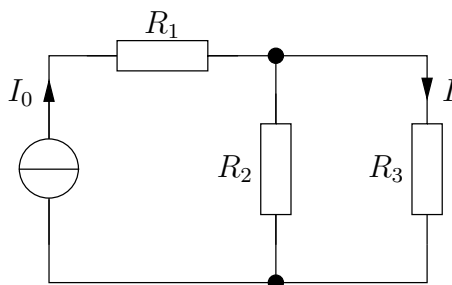
Sie kennen den Wert der Stromquelle I_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist der Strom I ?

9.2

aStromteiler_02

Gegeben ist die folgende Schaltung:



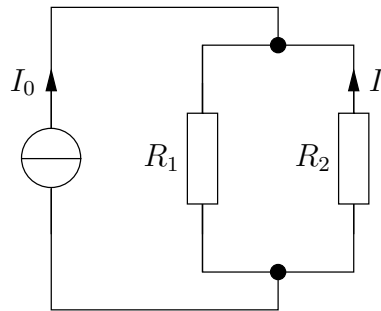
Sie kennen den Wert der Stromquelle I_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist der Strom I ?

9.3

aStromteiler_03

Gegeben ist die folgende Schaltung:



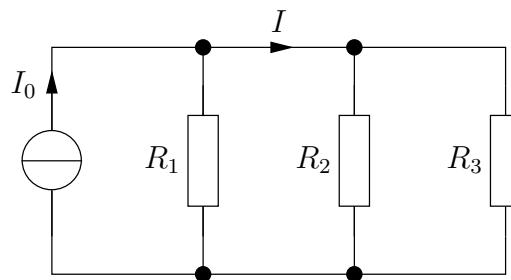
Sie kennen den Wert der Stromquelle I_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist der Strom I ?

9.4

aStromteiler_04

Gegeben ist die folgende Schaltung:



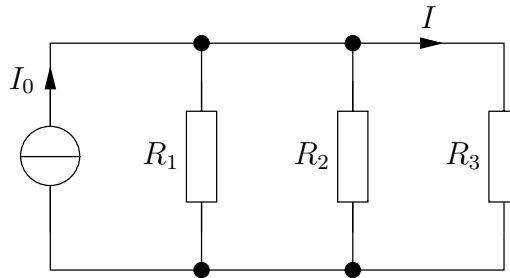
Sie kennen den Wert der Stromquelle I_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist der Strom I ?

9.5

aStromteiler_05

Gegeben ist die folgende Schaltung:



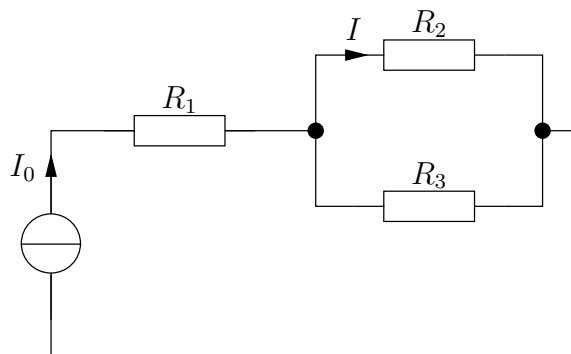
Sie kennen den Wert der Stromquelle I_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist der Strom I ?

9.6

aStromteiler_06

Gegeben ist die folgende Schaltung:



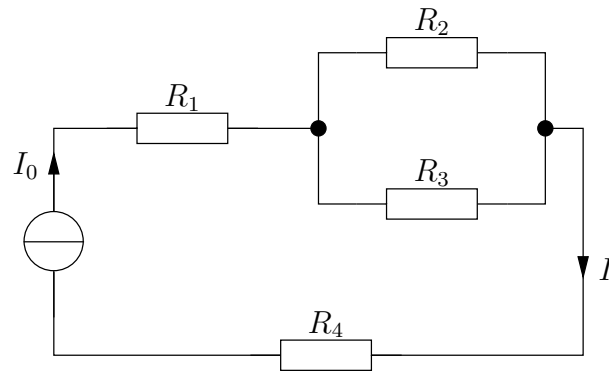
Sie kennen den Wert der Stromquelle I_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

Wie groß ist der Strom I ?

9.7

aStromteiler_07

Gegeben ist die folgende Schaltung:

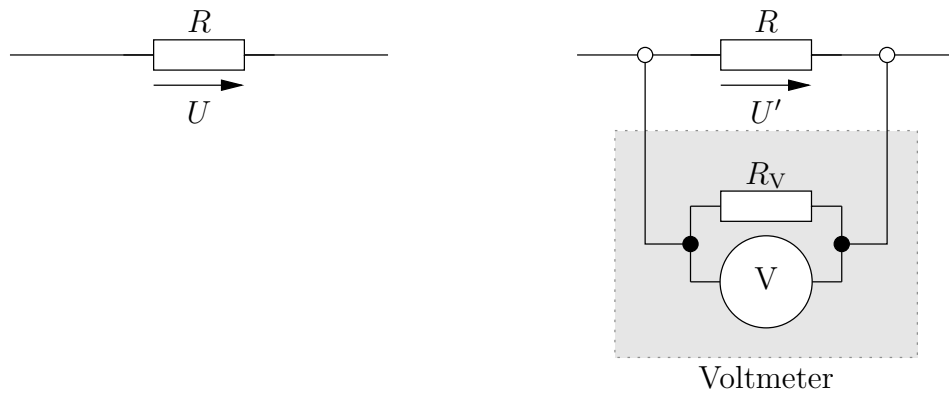


Sie kennen den Wert der Stromquelle I_0 sowie die Werte sämtlicher Widerstände.

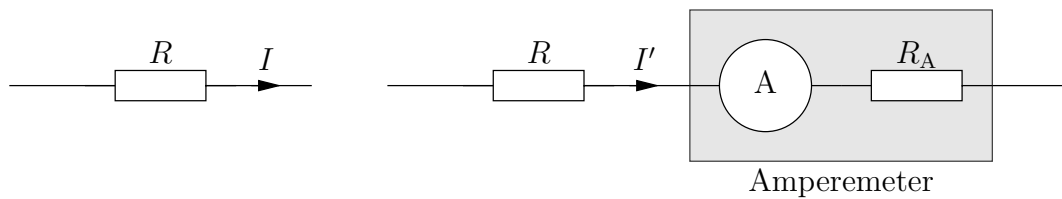
Wie groß ist der Strom I ?

10. Strom- und Spannungsmessung

Ein Voltmeter wird parallel zu dem Bauelement geschaltet, an dem man den Spannungsabfall messen möchte. Ein reales Messgerät besitzt jedoch auch einen Innenwiderstand. Dadurch verändert man mit dem Anschließen des Voltmeters die Schaltung:



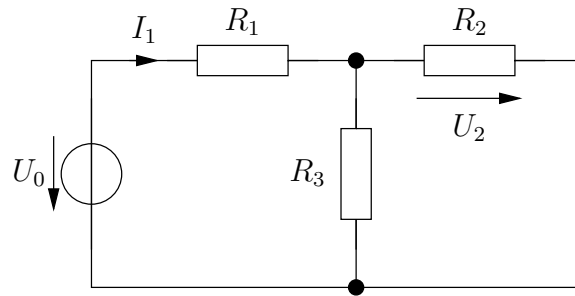
Ein Amperemeter wird in den Zweig eingesetzt, in dem man den Stromfluss messen möchte. Ein reales Messgerät besitzt jedoch auch einen Innenwiderstand. Dadurch verändert man mit dem Einfügen des Amperemeters die Schaltung:



10.1

aMessungen_02

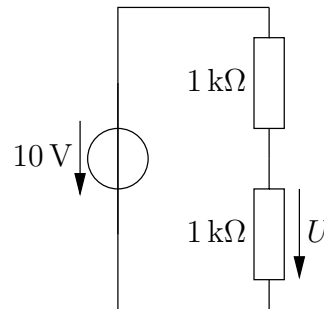
Gegeben ist folgende Schaltung:



1. Wie müssen Sie Messgeräte anschließen, um I_1 und U_2 zu messen? (Zeichnen Sie die Schaltung mit eingefügten Messgeräten.)
2. Der Strommesser besitzt den Innenwiderstand R_A , der Spannungsmesser den Innenwiderstand R_V .
Berechnen Sie, welchen Wert der Strommesser anzeigt.

10.2

Gegeben ist die folgende Schaltung:



Die Werte der Bauelemente können Sie dem Schaltbild entnehmen. Sie möchten die Spannung U messen. Hierfür stehen Ihnen zwei Voltmeter mit unterschiedlichen Innenwiderständen zur Verfügung:

- $R_{V1} = 1 \text{ k}\Omega$
- $R_{V2} = 10 \text{ k}\Omega$

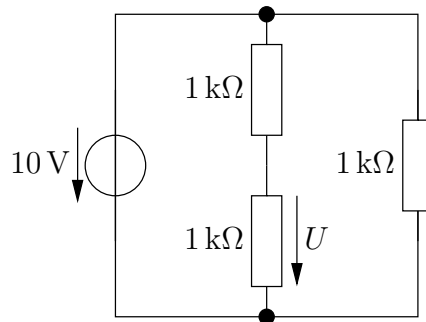
Berechnen Sie

1. die Spannung U , wenn kein Messgerät angeschlossen ist,
2. die Spannung U , wenn Sie das Voltmeter mit $R_{V1} = 1 \text{ k}\Omega$ verwenden,
3. die Spannung U , wenn Sie das Voltmeter mit $R_{V2} = 10 \text{ k}\Omega$ verwenden.

10.3

aMessungen_11

Gegeben ist die folgende Schaltung:



Die Werte der Bauelemente können Sie dem Schaltbild entnehmen. Sie möchten die Spannung U messen. Hierfür stehen Ihnen zwei Voltmeter mit unterschiedlichen Innenwiderständen zur Verfügung:

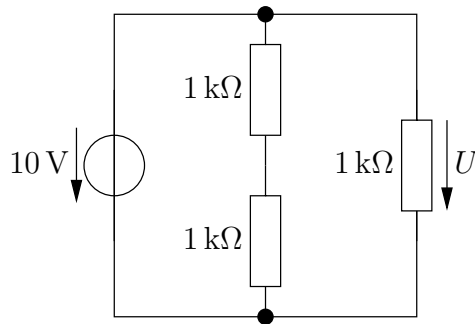
- $R_{V1} = 1\text{ k}\Omega$
- $R_{V2} = 10\text{ k}\Omega$

Berechnen Sie

1. die Spannung U , wenn kein Messgerät angeschlossen ist,
2. die Spannung U , wenn Sie das Voltmeter mit $R_{V1} = 1\text{ k}\Omega$ verwenden,
3. die Spannung U , wenn Sie das Voltmeter mit $R_{V2} = 10\text{ k}\Omega$ verwenden.

10.4

Gegeben ist die folgende Schaltung:



Die Werte der Bauelemente können Sie dem Schaltbild entnehmen. Sie möchten die Spannung U messen. Hierfür stehen Ihnen zwei Voltmeter mit unterschiedlichen Innenwiderständen zur Verfügung:

- $R_{V1} = 1 \text{ k}\Omega$
- $R_{V2} = 10 \text{ k}\Omega$

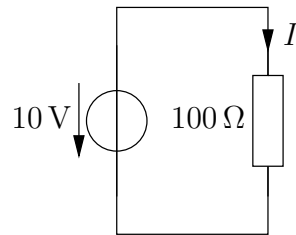
Berechnen Sie

1. die Spannung U , wenn kein Messgerät angeschlossen ist,
2. die Spannung U , wenn Sie das Voltmeter mit $R_{V1} = 1 \text{ k}\Omega$ verwenden,
3. die Spannung U , wenn Sie das Voltmeter mit $R_{V2} = 10 \text{ k}\Omega$ verwenden.

10.5

aMessungen_14

Gegeben ist die folgende Schaltung:



Die Werte der Bauelemente können Sie dem Schaltbild entnehmen. Sie möchten den Strom I messen. Hierfür stehen Ihnen zwei Amperemeter mit unterschiedlichen Innenwiderständen zur Verfügung:

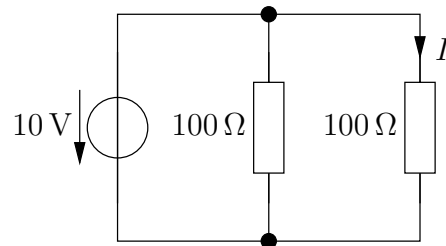
- $R_{A1} = 1 \Omega$
- $R_{A2} = 10 \Omega$

Berechnen Sie

1. den Strom I , wenn kein Messgerät angeschlossen ist,
2. den Strom I , wenn Sie das Amperemeter mit $R_{A1} = 1 \Omega$ verwenden,
3. den Strom I , wenn Sie das Amperemeter mit $R_{A2} = 10 \Omega$ verwenden.

10.6

Gegeben ist die folgende Schaltung:



Die Werte der Bauelemente können Sie dem Schaltbild entnehmen. Sie möchten den Strom I messen. Hierfür stehen Ihnen zwei Amperemeter mit unterschiedlichen Innenwiderständen zur Verfügung:

- $R_{A1} = 1 \Omega$
- $R_{A2} = 10 \Omega$

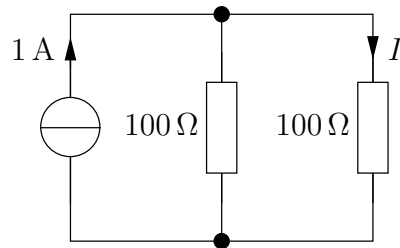
Berechnen Sie

1. den Strom I , wenn kein Messgerät angeschlossen ist,
2. den Strom I , wenn Sie das Amperemeter mit $R_{A1} = 1 \Omega$ verwenden,
3. den Strom I , wenn Sie das Amperemeter mit $R_{A2} = 10 \Omega$ verwenden.

10.7

aMessungen_16

Gegeben ist die folgende Schaltung:



Die Werte der Bauelemente können Sie dem Schaltbild entnehmen. Sie möchten den Strom I messen. Hierfür stehen Ihnen zwei Amperemeter mit unterschiedlichen Innenwiderständen zur Verfügung:

- $R_{A1} = 1 \Omega$
- $R_{A2} = 10 \Omega$

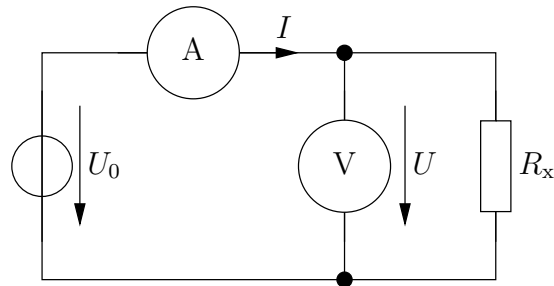
Berechnen Sie

1. den Strom I , wenn kein Messgerät angeschlossen ist,
2. den Strom I , wenn Sie das Amperemeter mit $R_{A1} = 1 \Omega$ verwenden,
3. den Strom I , wenn Sie das Amperemeter mit $R_{A2} = 10 \Omega$ verwenden.

10.8

aMessungen_17

Mit der folgenden Messschaltung möchten Sie den Wert des Widerstands R_x bestimmen:



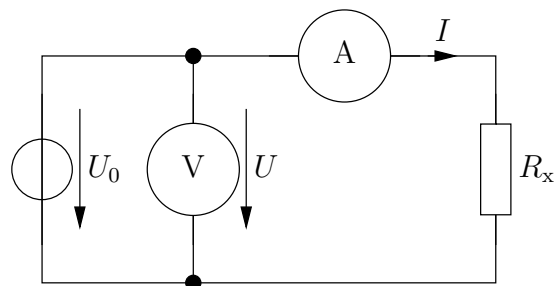
Das Voltmeter besitzt den Innenwiderstand R_V und zeigt den Messwert U an. Das Amperemeter besitzt den Innenwiderstand R_A und zeigt den Messwert I an.

Berechnen Sie den exakten Wert von R_x .

10.9

aMessungen_18

Mit der folgenden Messschaltung möchten Sie den Wert des Widerstands R_x bestimmen:



Das Voltmeter besitzt den Innenwiderstand R_V und zeigt den Messwert U an. Das Amperemeter besitzt den Innenwiderstand R_A und zeigt den Messwert I an.

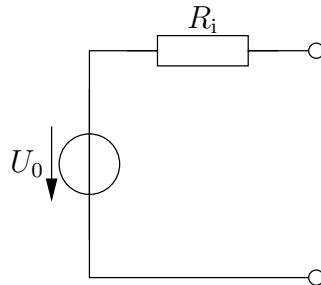
Berechnen Sie den exakten Wert von R_x .

11. Ersatzquellen

11.1

aErsatzquelle_10

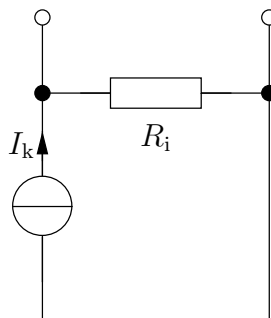
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine äquivalente Stromquelle um:



11.2

aErsatzquelle_11

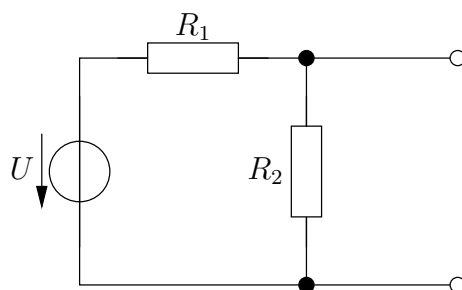
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine äquivalente Spannungsquelle um:



11.3

aErsatzquelle_12

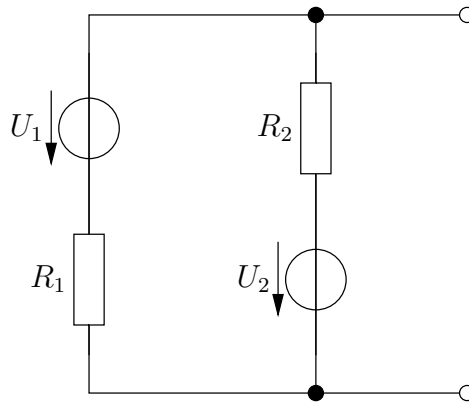
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, **indem Sie Quellenumformungen durchführen und Bauelemente zusammenfassen.**



11.4

aErsatzquelle_13

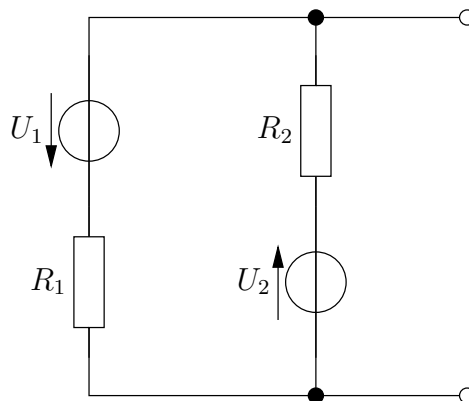
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie Quellenumformungen durchführen und Bauelemente zusammenfassen.



11.5

aErsatzquelle_15

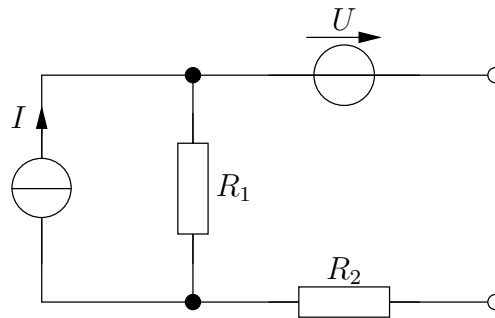
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie Quellenumformungen durchführen und Bauelemente zusammenfassen.



11.6

aErsatzquelle_16

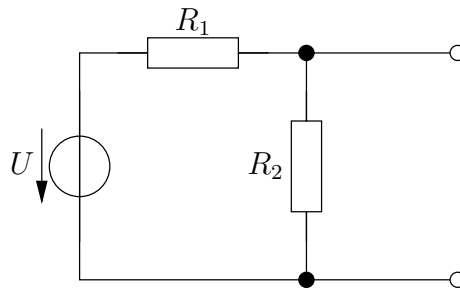
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie Quellenumformungen durchführen und Bauelemente zusammenfassen.



11.7

aErsatzquelle_18

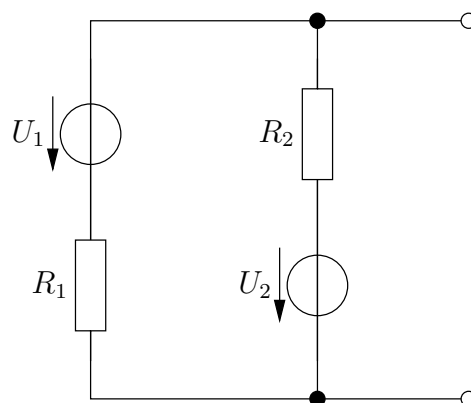
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie die Leerlaufspannung an den Klemmen berechnen und den Innenwiderstand der Schaltung bestimmen.



11.8

aErsatzquelle_19

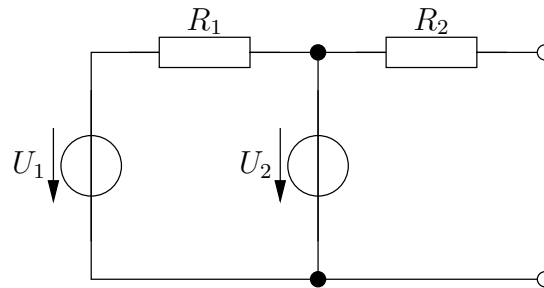
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie die Leerlaufspannung an den Klemmen berechnen und den Innenwiderstand der Schaltung bestimmen.



11.9

aErsatzquelle_20

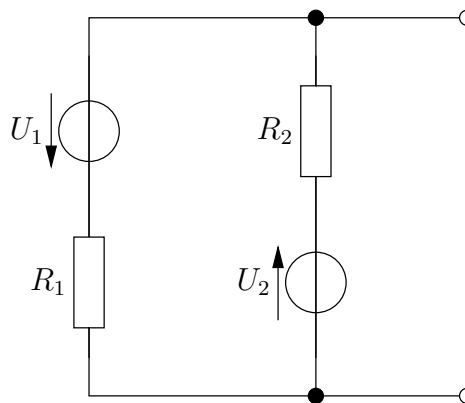
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie die Leerlaufspannung an den Klemmen berechnen und den Innenwiderstand der Schaltung bestimmen.



11.10

aErsatzquelle_21

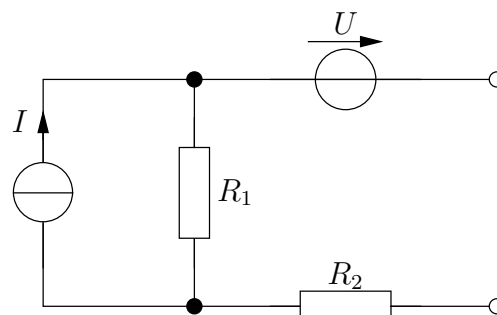
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie die Leerlaufspannung an den Klemmen berechnen und den Innenwiderstand der Schaltung bestimmen.



11.11

aErsatzquelle_22

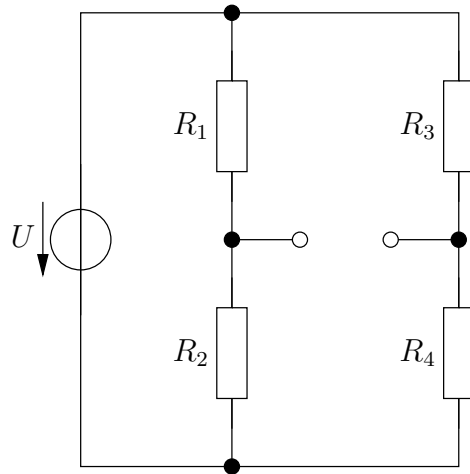
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie die Leerlaufspannung an den Klemmen berechnen und den Innenwiderstand der Schaltung bestimmen.



11.12

aErsatzquelle_17

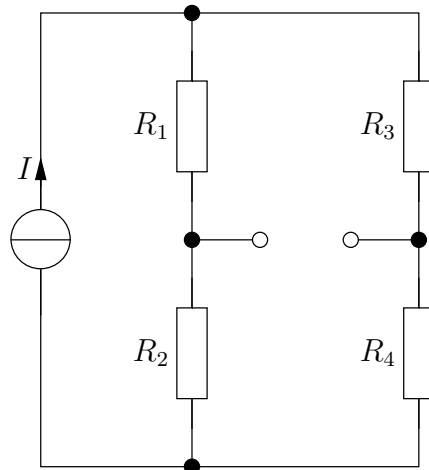
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie die Leerlaufspannung an den Klemmen berechnen und den Innenwiderstand der Schaltung bestimmen.



11.13

aErsatzquelle_23

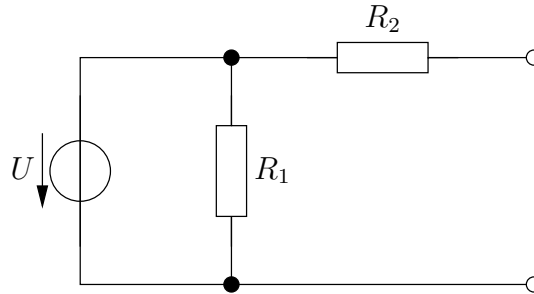
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um, indem Sie die Leerlaufspannung an den Klemmen berechnen und den Innenwiderstand der Schaltung bestimmen.



11.14

aErsatzquelle_30

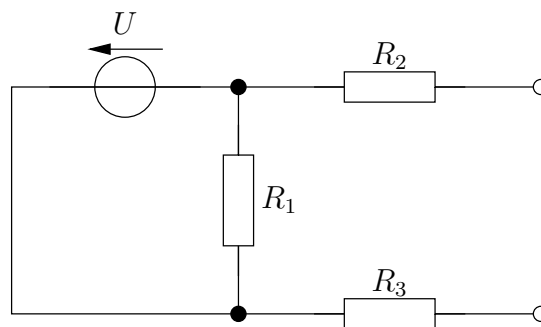
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um. Analysieren Sie zunächst, welche Bauelemente keinen Einfluss auf das Ausgangsverhalten der Schaltung haben.



11.15

aErsatzquelle_31

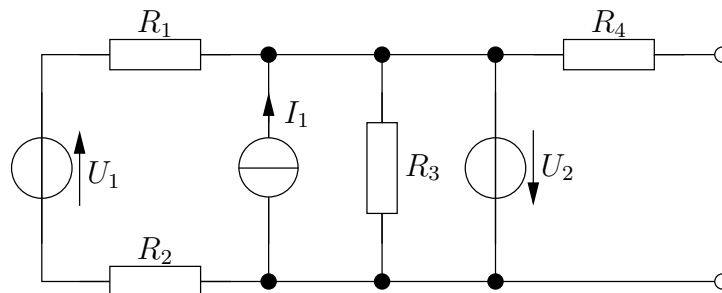
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um. Analysieren Sie zunächst, welche Bauelemente keinen Einfluss auf das Ausgangsverhalten der Schaltung haben.



11.16

aErsatzquelle_32

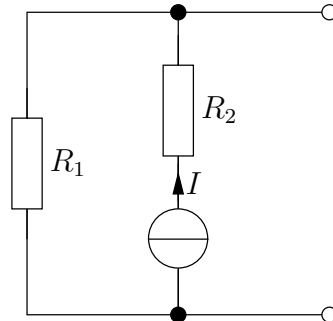
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um. Analysieren Sie zunächst, welche Bauelemente keinen Einfluss auf das Ausgangsverhalten der Schaltung haben.



11.17

aErsatzquelle_33

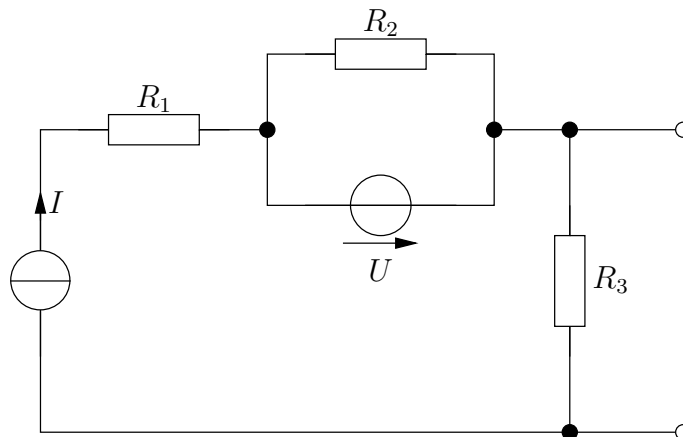
Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um. Analysieren Sie zunächst, welche Bauelemente keinen Einfluss auf das Ausgangsverhalten der Schaltung haben.



11.18

aErsatzquelle_34

Wandeln Sie die folgende Schaltung in eine Ersatzspannungsquelle um. Analysieren Sie zunächst, welche Bauelemente keinen Einfluss auf das Ausgangsverhalten der Schaltung haben.

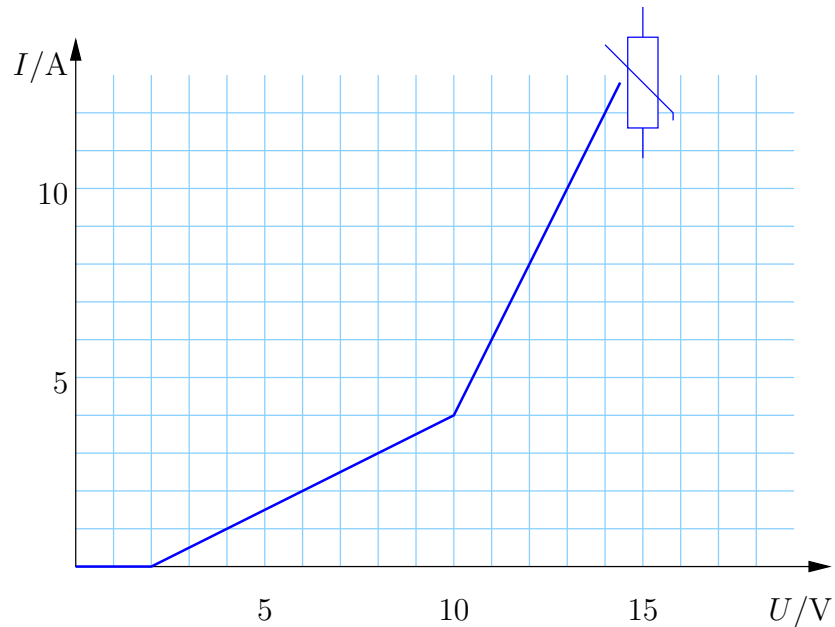
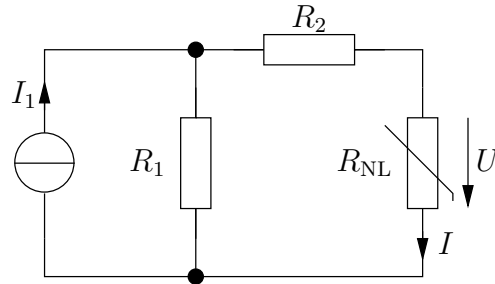


12. Arbeitspunkt grafisch ermitteln

12.1

aArbeitspunkt_02

Eine Schaltung besteht aus einer idealen Stromquelle $I_1 = 12\text{ A}$, zwei linearen Widerständen $R_1 = 1\ \Omega$ und $R_2 = 1/3\ \Omega$ sowie einem nichtlinearen Widerstand R_{NL} . Die Strom-Spannungskennlinie von R_{NL} ist dem Diagramm zu entnehmen.

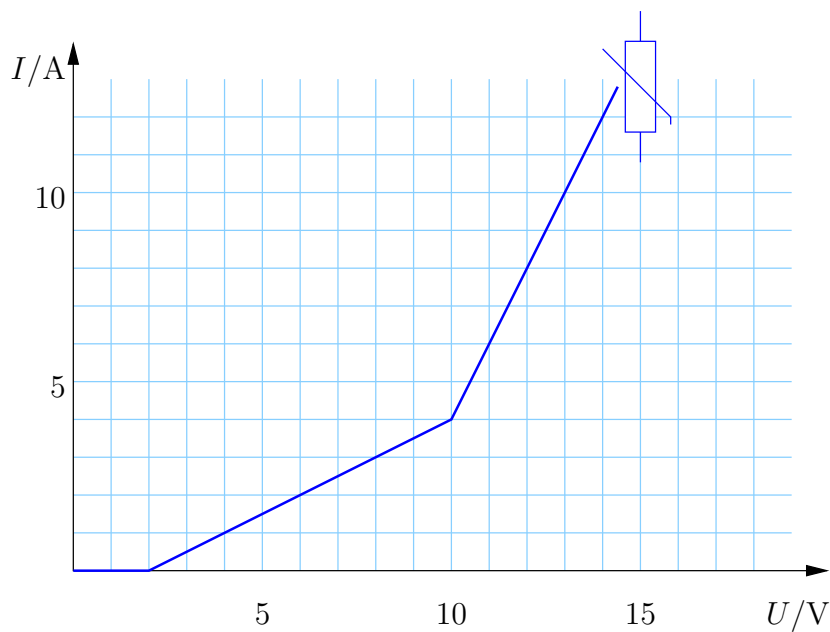
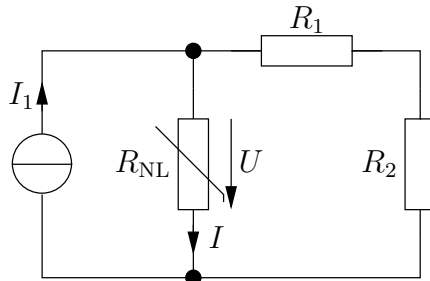


Bestimmen Sie die Spannung U und den Strom I , indem Sie I_1 , R_1 und R_2 in eine Ersatzspannungsquelle umwandeln, deren Kennlinie mit in das Diagramm einzeichnen und den Arbeitspunkt bestimmen.

12.2

aArbeitspunkt_03

Eine Schaltung besteht aus einer idealen Stromquelle $I_1 = 5\text{ A}$, zwei linearen Widerständen $R_1 = 1,5\ \Omega$ und $R_2 = 1/2\ \Omega$ sowie einem nichtlinearen Widerstand R_{NL} . Die Strom-Spannungskennlinie von R_{NL} ist dem Diagramm zu entnehmen.

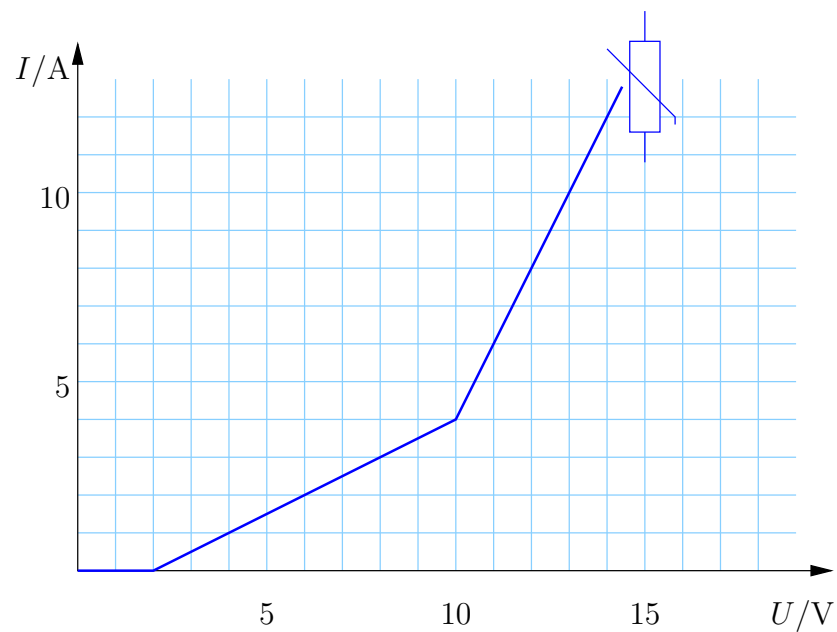
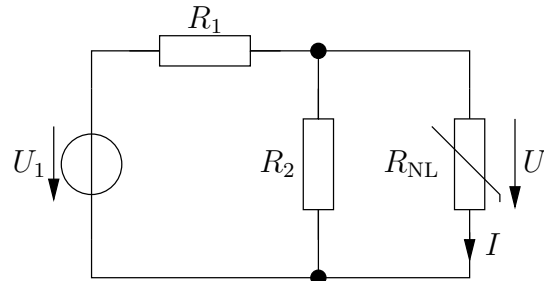


Bestimmen Sie die Spannung U und den Strom I , indem Sie I_1 , R_1 und R_2 in eine Ersatzstromquelle umwandeln, deren Kennlinie mit in das Diagramm einzeichnen und den Arbeitspunkt bestimmen.

12.3

aArbeitspunkt_04

Eine Schaltung besteht aus einer idealen Spannungsquelle $U_1 = 12\text{ V}$, zwei linearen Widerständen $R_1 = 1,5\ \Omega$ und $R_2 = 3\ \Omega$ sowie einem nichtlinearen Widerstand R_{NL} . Die Strom-Spannungskennlinie von R_{NL} ist dem Diagramm zu entnehmen.

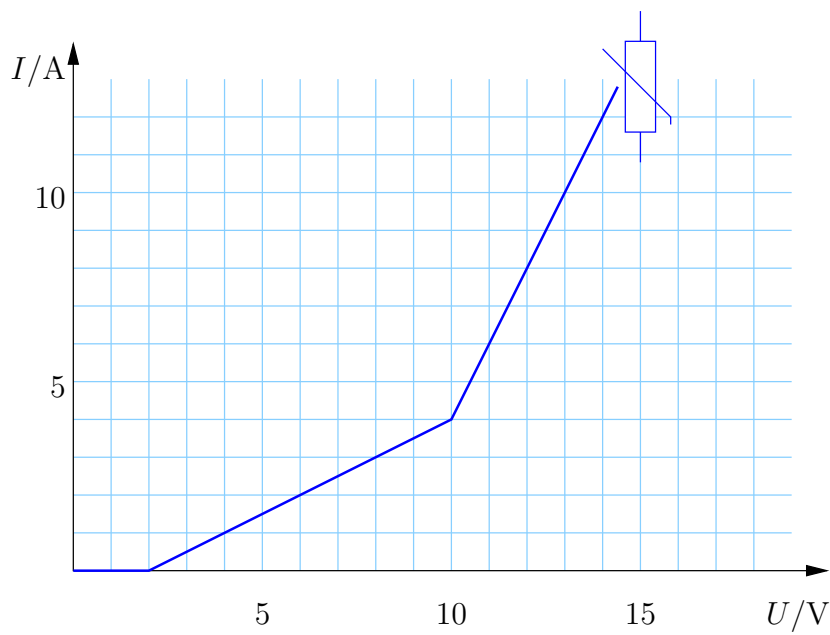
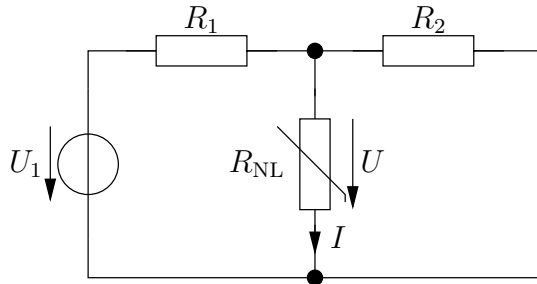


Bestimmen Sie die Spannung U und den Strom I , indem Sie U_1 , R_1 und R_2 in eine Ersatzstromquelle umwandeln, deren Kennlinie mit in das Diagramm einzeichnen und den Arbeitspunkt bestimmen.

12.4

aArbeitspunkt_05

Eine Schaltung besteht aus einer idealen Spannungsquelle $U_1 = 10\text{ V}$, zwei linearen Widerständen $R_1 = 2\ \Omega$ und $R_2 = 2\ \Omega$ sowie einem nichtlinearen Widerstand R_{NL} . Die Strom-Spannungskennlinie von R_{NL} ist dem Diagramm zu entnehmen.

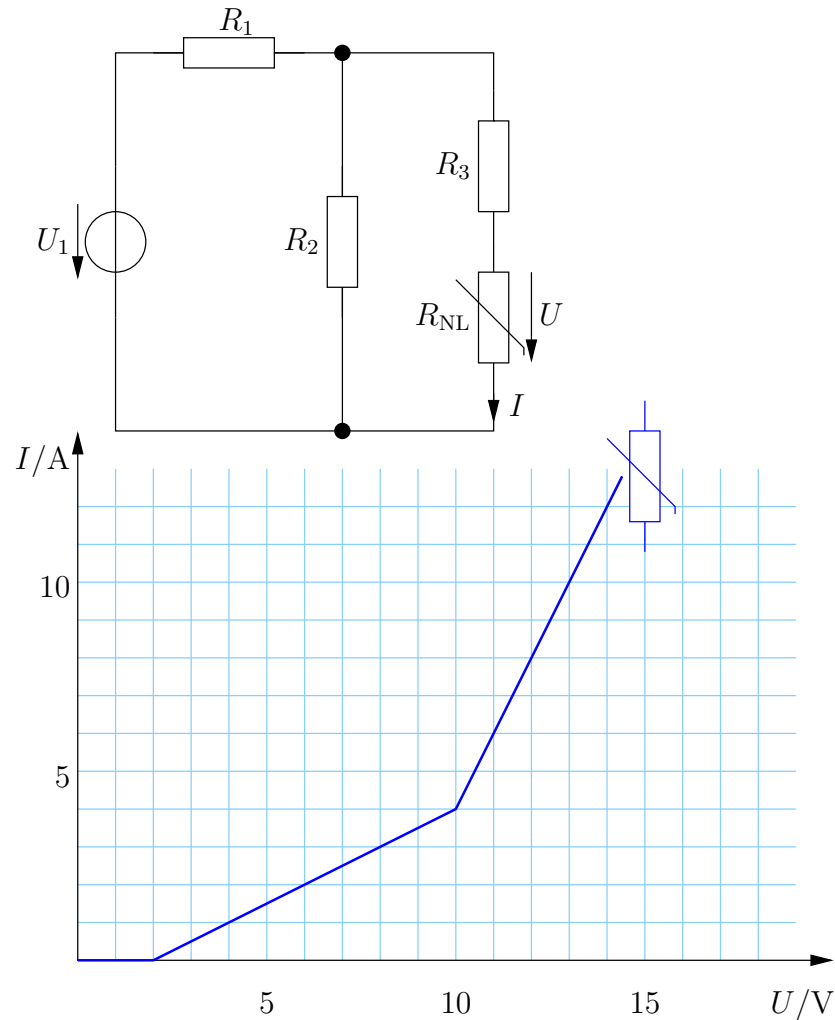


Bestimmen Sie die Spannung U und den Strom I , indem Sie U_1 , R_1 und R_2 in eine Ersatzquelle umwandeln, deren Kennlinie mit in das Diagramm einzeichnen und den Arbeitspunkt bestimmen.

12.5

aArbeitspunkt_06

Eine Schaltung besteht aus einer idealen Spannungsquelle $U_1 = 30\text{ V}$, drei linearen Widerständen $R_1 = 1\ \Omega$, $R_2 = 1,5\ \Omega$ und $R_3 = 1,4\ \Omega$ sowie einem nichtlinearen Widerstand R_{NL} . Die Strom-Spannungskennlinie von R_{NL} ist dem Diagramm zu entnehmen.



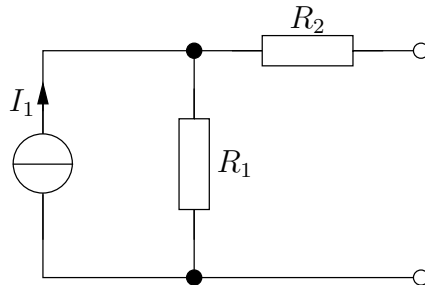
Bestimmen Sie die Spannung U und den Strom I , indem Sie U_1 , R_1 , R_2 und R_3 in eine Ersatzquelle umwandeln, deren Kennlinie mit in das Diagramm einzeichnen und den Arbeitspunkt bestimmen.

13. Leistungsanpassung

13.1

aLeistungsanpassung_03

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

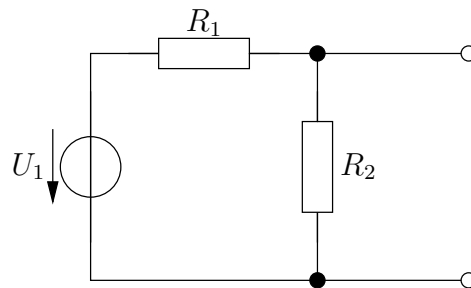


1. Welchen Lastwiderstand R_L müssen Sie an die Klemmen anschließen, um der Schaltung die maximale Leistung P_{\max} zu entnehmen?
2. Wie groß ist P_{\max} ?

13.2

aLeistungsanpassung_04

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

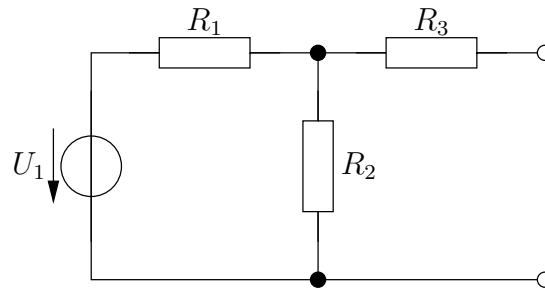


1. Welchen Lastwiderstand R_L müssen Sie an die Klemmen anschließen, um der Schaltung die maximale Leistung P_{\max} zu entnehmen?
2. Wie groß ist P_{\max} ?

13.3

aLeistungsanpassung_05

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

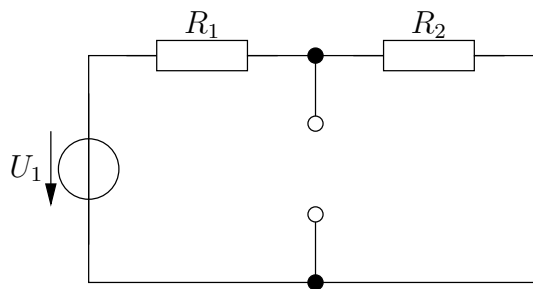


1. Welchen Lastwiderstand R_L müssen Sie an die Klemmen anschließen, um der Schaltung die maximale Leistung P_{\max} zu entnehmen?
2. Wie groß ist P_{\max} ?

13.4

aLeistungsanpassung_06

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

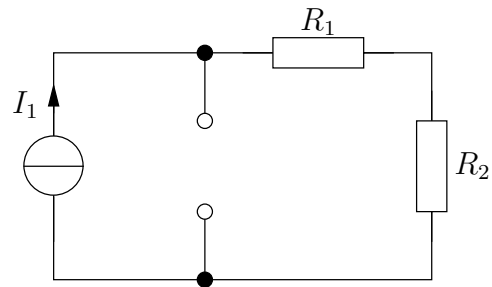


1. Welchen Lastwiderstand R_L müssen Sie an die Klemmen anschließen, um der Schaltung die maximale Leistung P_{\max} zu entnehmen?
2. Wie groß ist P_{\max} ?

13.5

aLeistungsanpassung_07

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.



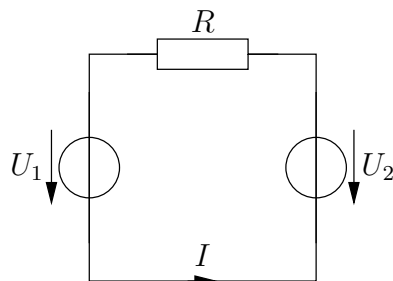
1. Welchen Lastwiderstand R_L müssen Sie an die Klemmen anschließen, um der Schaltung die maximale Leistung P_{\max} zu entnehmen?
2. Wie groß ist P_{\max} ?

14. Überlagerungssatz

14.1

aUeberlagerungssatz_01

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

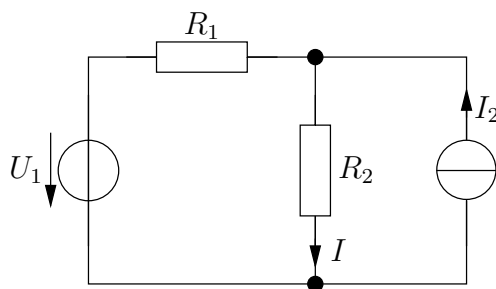


Berechnen Sie den Wert des Stroms I mit Hilfe des Überlagerungssatzes.

14.2

aUeberlagerungssatz_02

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

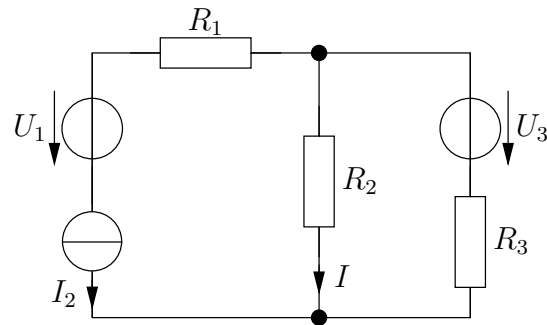


Berechnen Sie den Wert des Stroms I mit Hilfe des Überlagerungssatzes.

14.3

aUeberlagerungssatz_03

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

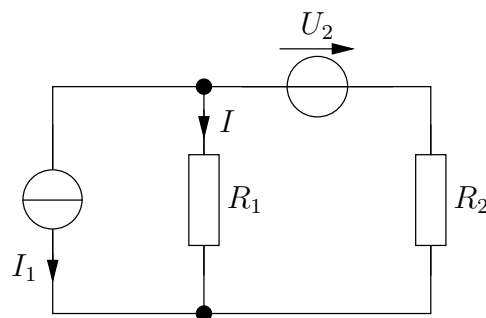


Berechnen Sie den Wert des Stroms I mit Hilfe des Überlagerungssatzes.

14.4

aUeberlagerungssatz_04

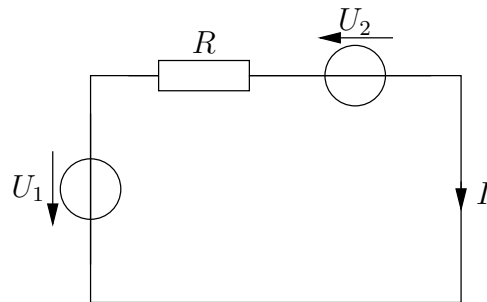
Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.



Berechnen Sie den Wert des Stroms I mit Hilfe des Überlagerungssatzes.

14.5

Die folgende Schaltung ist gegeben. Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.



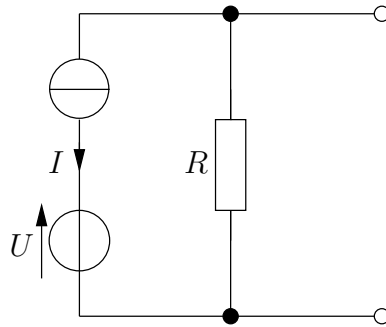
Berechnen Sie den Wert des Stroms I mit Hilfe des Überlagerungssatzes.

15. Schaltungen vereinfachen

15.1

aSchaltung vereinfachen_01

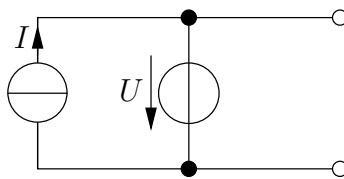
Vereinfachen Sie die folgende Schaltung bezüglich ihres Klemmenverhaltens so weit wie möglich:



15.2

aSchaltung vereinfachen_02

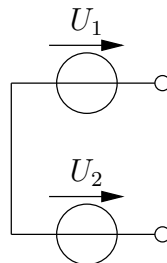
Vereinfachen Sie die folgende Schaltung bezüglich ihres Klemmenverhaltens so weit wie möglich:



15.3

aSchaltung vereinfachen_03

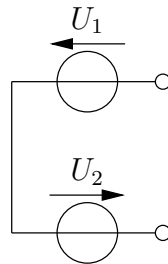
Vereinfachen Sie die folgende Schaltung bezüglich ihres Klemmenverhaltens so weit wie möglich:



15.4

aSchaltung vereinfachen_04

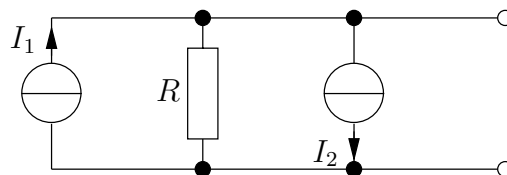
Vereinfachen Sie die folgende Schaltung bezüglich ihres Klemmenverhaltens so weit wie möglich:



15.5

aSchaltung vereinfachen_05

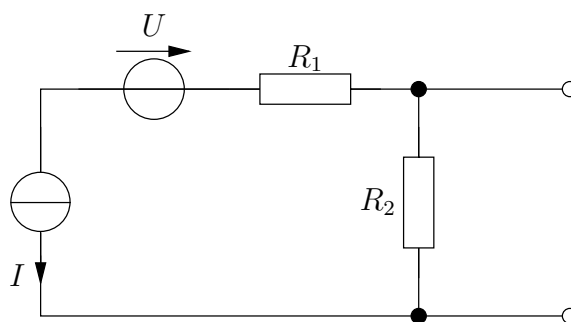
Vereinfachen Sie die folgende Schaltung bezüglich ihres Klemmenverhaltens so weit wie möglich:



15.6

aSchaltung vereinfachen_06

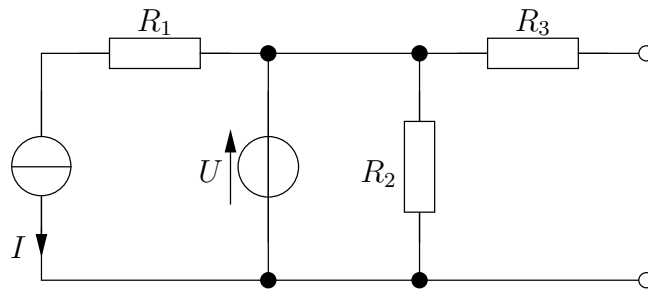
Vereinfachen Sie die folgende Schaltung bezüglich ihres Klemmenverhaltens so weit wie möglich:



15.7

aSchaltung vereinfachen_07

Vereinfachen Sie die folgende Schaltung bezüglich ihres Klemmenverhaltens so weit wie möglich:

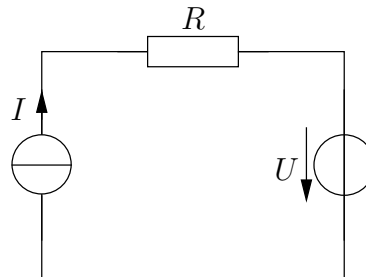


16. Leistung in Gleichstrom-Netzwerken

16.1

aLeistung_GS_30

Gegeben ist die folgende Schaltung:



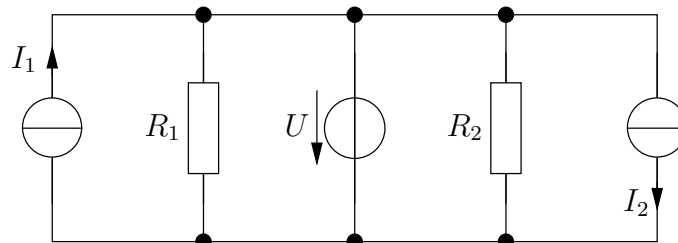
Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

1. Berechnen Sie, welche elektrische Leistung in den einzelnen Bauelementen umgesetzt wird.
2. Bestimmen Sie für jedes Bauelement, ob es Energie aufnimmt oder abgibt.

16.2

aLeistung_GS_31

Gegeben ist die folgende Schaltung:



Die Werte aller Bauelemente sind bekannt.

1. Berechnen Sie, welche elektrische Leistung in den einzelnen Bauelementen umgesetzt wird.
2. Bestimmen Sie für jedes Bauelement, ob es Energie aufnimmt oder abgibt.

Kurzlösungen (Endergebnisse)

1.2

1.

$$Q(t) = \begin{cases} a_1 \cdot t^2, & a_1 = \frac{1 \text{ mC}}{\text{s}^2}, & 0 \text{ s} \leq t < 2 \text{ s} \\ 4 \text{ mC} & & 2 \text{ s} \leq t < 6 \text{ s} \\ a_2 \cdot (t - 6 \text{ s}) + 4 \text{ mC}, & a_2 = \frac{1 \text{ mC}}{\text{s}}, & 6 \text{ s} \leq t < 8 \text{ s} \\ a_3 \cdot (t - 8 \text{ s}) + 6 \text{ mC}, & a_3 = -\frac{1 \text{ mC}}{\text{s}}, & 8 \text{ s} \leq t \end{cases}$$

2.

$$i(t) = \begin{cases} 2a_1 \cdot t, & a_1 = \frac{1 \text{ mA}}{\text{s}}, & 0 \text{ s} \leq t < 2 \text{ s} \\ 0 \text{ mA} & & 2 \text{ s} \leq t < 6 \text{ s} \\ 1 \text{ mA} & & 6 \text{ s} \leq t < 8 \text{ s} \\ -1 \text{ mA} & & 8 \text{ s} \leq t \end{cases}$$

2.1 $R = 1194 \Omega$

2.2 $R = 2,95 \Omega$

2.3 $R = 4,75 \Omega$

2.4 $R = 400 \text{ M}\Omega$

2.5 $l = 22,64 \text{ cm}$.

2.6 $l = 337 \text{ m}$.

2.7 Der Widerstand vervierfacht sich.

3.1 $R = 580 \Omega$.

3.2 $\vartheta = 283^\circ\text{C}$.

3.3 $\vartheta = 1220^\circ\text{C}$.

3.4 $\vartheta = 33^\circ\text{C}$.

3.5 $\alpha_{20} = 625 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$.

3.6 $\vartheta = 283,2^\circ\text{C}$

4.1 $I_C = I_A - I_B$,

$I_2 = I_A - I_1$,

$I_3 = I_1 - I_B$.

4.2 $I_3 = \frac{R_2 I_2 - R_1 I_1}{R_3}$,

$I_A = I_1 + I_2$,

$I_B = I_1 - I_3$,

$I_C = I_2 + I_3$,

1 Trainingsaufgaben

$$\begin{aligned} 4.3 \quad I_3 &= I_C - I_2, \\ I_1 &= \frac{R_2 I_2 - R_3 I_3 - U_1}{R_1}, \\ I_A &= I_1 + I_2, \\ I_B &= I_1 - I_3. \end{aligned}$$

4.4

$$U_1 = -5 \text{ V}, U_2 = 0 \text{ V}, U_3 = 5 \text{ V}, U_4 = -5 \text{ V}, I_1 = 0,5 \text{ A}, I_2 = 0 \text{ A}, I_3 = 0,5 \text{ A}$$

5.1 $R_{\text{ges}} = R$

5.2 $R_{\text{ges}} = R$

5.3 $R_{\text{ges}} = \frac{219}{56} \Omega.$

5.4 $R_{\text{ges}} = \frac{13}{9} \Omega.$

5.5

$$I = \frac{9U}{13R}$$

6.1

$$U = RI$$

6.2

$$P = UI$$

6.3

$$P = U^2/R$$

6.4

$$P = I^2 R$$

6.5

$$U = I/G$$

6.6

$$P = U^2 G$$

6.7

$$P = I^2/G$$

6.8

$$I = U/R$$

6.9

$$U = P/I$$

6.10

$$U = \sqrt{PR}$$

6.11

$$I = \sqrt{P/R}$$

6.12

$$I = UG$$

6.13

$$U = \sqrt{P/G}$$

6.14

$$I = \sqrt{PG}$$

6.15

$$R = U/I$$

6.16

$$I = P/U$$

6.17

$$R = U^2/P$$

1 Trainingsaufgaben

6.18

$$R = P/I^2$$

6.19

$$G = I/U$$

6.20

$$G = P/U^2$$

6.21

$$G = I^2/P$$

$$7.1 \quad R_{\text{ges}} = R_1 + \frac{1}{1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4}$$

$$7.2 \quad R_{\text{ges}} = \frac{8}{11}R.$$

$$7.3 \quad R_{\text{ges}} = R$$

$$7.4 \quad R$$

$$7.5 \quad \frac{4}{3}R$$

$$7.6 \quad \frac{19}{12}R$$

$$7.7 \quad 4,875 \Omega$$

$$7.8 \quad 1,350 \Omega$$

$$7.9 \quad R_1 = 16 \Omega, R_2 = 48 \Omega.$$

$$7.10 \quad R_{\text{AC}} = \frac{3}{4}R$$

8.1

$$U = U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

8.2

$$U = U_0 \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}$$

8.3

$$U = U_0$$

8.4

$$U = -U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

8.5

$$U = U_0 \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

8.6

$$U = U_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

8.7

$$U = U_0 \frac{R_3}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3}$$

8.8

$$U = -U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

8.9

$$U = U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

8.10

$$U = U_0 \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

8.11

$$U = U_0 \frac{R_4}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_4}$$

8.12

$$U = U_0$$

9.1

$$I = I_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

9.2

$$I = I_0 \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

9.3

$$I = -I_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

9.4

$$I = I_0 \frac{R_1}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}$$

9.5

$$I = I_0 \frac{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3}$$

9.6

$$I = I_0 \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

9.7

$$I = I_0$$

10.1

2.
$$I_1 = \frac{U_0}{R_A + R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_V}}}$$

10.2

1. $U = 5 \text{ V}$
2. $U = 3,33 \text{ V}$
3. $U = 4,76 \text{ V}$

10.3

1. $U = 5 \text{ V}$
2. $U = 3,33 \text{ V}$
3. $U = 4,76 \text{ V}$

10.4

1. $U = 10 \text{ V}$
2. $U = 10 \text{ V}$
3. $U = 10 \text{ V}$

10.5

1. $I = 0,1 \text{ A}$
2. $I = 0,099 \text{ A}$
3. $I = 0,091 \text{ A}$

10.6

1. $I = 0,1 \text{ A}$
2. $I = 0,099 \text{ A}$
3. $I = 0,091 \text{ A}$

10.7

1. $I = 0,5 \text{ A}$
2. $I = \frac{100}{201} \text{ A} = 0,4975 \text{ A}$
3. $I = \frac{10}{21} \text{ A} = 0,4762 \text{ A}$

10.8

$$R_x = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}}$$

10.9

$$R_x = \frac{U - IR_A}{I}$$

1 Trainingsaufgaben

11.1

$$\begin{aligned}I_k &= U_0/R_i \\R_i &= R_i\end{aligned}$$

11.2

$$\begin{aligned}U_0 &= I_k R_i \\R_i &= R_i\end{aligned}$$

11.3

$$\begin{aligned}U_0 &= U \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\R_i &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\end{aligned}$$

11.4

$$\begin{aligned}U_0 &= U_2 + \frac{U_1 - U_2}{R_1 + R_2} R_2 \\R_i &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\end{aligned}$$

11.5

$$\begin{aligned}U_0 &= \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2} R_2 - U_2 \\R_i &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\end{aligned}$$

11.6

$$\begin{aligned}U_0 &= I R_1 - U \\R_i &= R_1 + R_2\end{aligned}$$

11.7

$$\begin{aligned}U_0 &= U \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\R_i &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\end{aligned}$$

11.8

$$U_0 = U_2 + \frac{U_1 - U_2}{R_1 + R_2} R_2$$

$$R_i = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

11.9

$$U_0 = U_2$$

$$R_i = R_2$$

11.10

$$U_0 = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2} R_2 - U_2$$

$$R_i = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

11.11

$$U_0 = IR_1 - U$$

$$R_i = R_1 + R_2$$

11.12

$$U_0 = U \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right)$$

$$R_i = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

11.13

$$U_0 = I \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} R_2 - I \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} R_4$$

$$R_i = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

11.14

$$U_0 = U$$

$$R_i = R_2$$

1 Trainingsaufgaben

11.15

$$\begin{aligned}U_0 &= U \\R_i &= R_2 + R_3\end{aligned}$$

11.16

$$\begin{aligned}U_0 &= U_2 \\R_i &= R_4\end{aligned}$$

11.17

$$\begin{aligned}U_0 &= R_1 I \\R_i &= R_1\end{aligned}$$

11.18

$$\begin{aligned}U_0 &= R_3 I \\R_i &= R_3\end{aligned}$$

12.1 $U = 8 \text{ V}, I = 3 \text{ A}.$

12.2 $U = 6 \text{ V}, I = 2 \text{ A}.$

12.3 $U = 6 \text{ V}, I = 2 \text{ A}.$

12.4 $U = 4 \text{ V}, I = 1 \text{ A}.$

12.5 $U = 10 \text{ V}, I = 4 \text{ A}.$

13.1

1. $R_L = R_1 + R_2$

2. $P_{\max} = \frac{I_1^2}{4} \cdot \frac{R_1^2}{R_1 + R_2}$

13.2

1. $R_L = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

2. $P_{\max} = \frac{U_1^2}{4R_1} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

13.3

1. $R_L = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

$$2. P_{\max} = \frac{U_1^2 R_2^2}{(4R_1 + 4R_2)(R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_2)}$$

13.4

$$1. R_L = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$2. P_{\max} = \frac{U_1^2}{4R_1} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

13.5

$$1. R_L = R_1 + R_2$$

$$2. P_{\max} = \frac{I_1^2}{4} \cdot (R_1 + R_2)$$

14.1

$$I = \frac{U_2}{R} - \frac{U_1}{R}$$

14.2

$$I = \frac{U_1}{R_1 + R_2} + I_2 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

14.3

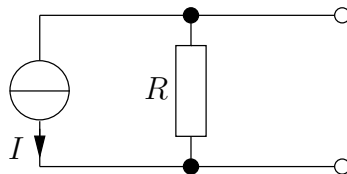
$$I = -I_2 \frac{R_3}{R_2 + R_3} + \frac{U_3}{R_2 + R_3}$$

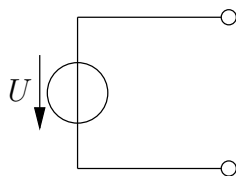
14.4

$$I = \frac{U_2}{R_1 + R_2} - I_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

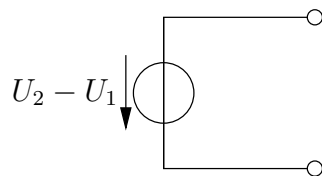
14.5

$$I = \frac{U_1}{R} + \frac{U_2}{R}$$

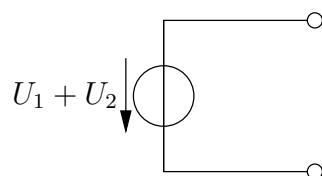
15.1**15.2**



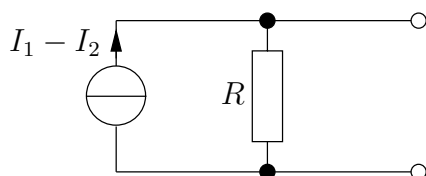
15.3



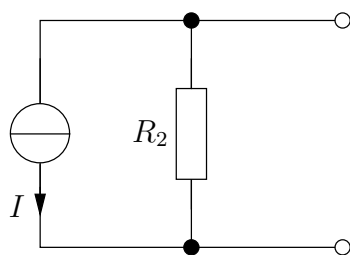
15.4



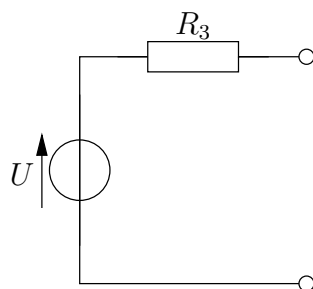
15.5



15.6



15.7



16.1

$$P_U = U \cdot I \quad (\text{nimmt Energie auf})$$

$$P_R = R \cdot I^2 \quad (\text{nimmt Energie auf})$$

$$P_I = (R \cdot I + U) \cdot I \quad (\text{gibt Energie ab})$$

16.2

$$P_{I_1} = I_1 \cdot U \quad (\text{gibt Energie ab})$$

$$P_{I_2} = I_2 \cdot U \quad (\text{nimmt Energie auf})$$

$$P_{R_1} = U^2/R_1 \quad (\text{nimmt Energie auf})$$

$$P_{R_2} = U^2/R_2 \quad (\text{nimmt Energie auf})$$

$$P_U = P_{R_1} + P_{R_2} + P_{I_2} - P_{I_1} \quad (\text{beide Fälle möglich, abhängig von den Werten der Bauelemente})$$